

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Express Mail No.: EL336863522US
In re application of: TALVITIE et al.
Serial No.: 0 /
Filed: Herewith
For: SYSTEM FOR MATCHING AN ANTENNA FOR A WIRELESS COMMUNICATION
DEVICE

Group No.:

Examiner:

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231



TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland
Application Number : 990687
Filing Date : 29 March 2000

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)

SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 24,622

Clarence A. Green

Type or print name of attorney

Tel. No.: (203) 259-1800

Perman & Green, LLP

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 10.3.2000

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

1c598 U.S. PTO
09/537501
03/29/00



Hakija
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

990687

Tekemispäivä
Filing date

29.03.1999

Kansainvälinen luokka
International class

H01Q

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Langattoman viestimen antennin sovitussysteemi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

1
Λ

Langattoman viestimen antennin sovitussjärjestelmä

5 Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu langattoman viestimen antennin sovitussjärjestelmään. Lisäksi keksintö kohdistuu langattomaan viestimeen, joka käsittää ainakin antennin, sekä menetelmään langattoman viestimen antennin sovittamiseksi.

10 Yleisimmissä matkaviestinjärjestelmissä tukiasema ohjaa langattoman viestimen lähetystehoa vastaanotetun signaalin tason perusteella. Lähellä tukiasemaa langattoman viestimen lähetysteho on pieni, kun taas kuuluvuusalueen äärirajoilla langattoman viestimen lähetysteho on maksimissaan. Langattoman viestimen virrankulutus riippuu siis voimakkaasti laitteen käyttöpaikasta.

15 Erilaiset esteet erityisesti langattoman viestimen antennin välittömässä läheisyydessä vaimentavat myös lähettimen signaalia. Tukiasema kompensoi tämän vaimenemisen nostamalla langattoman viestimen lähetystehoa. Tällöin esimerkiksi langattoman viestimen huono käyttöasento, kuten antenni liian lähellä käyttäjän päätä, voi aiheuttaa virrankulutuksen tarpeetonta nousua. Sama ongelma syntyy myös silloin, kun
20 käyttäjä on kääntyneenä siten, että hänen päänsä on tukiaseman ja langattoman viestimen antennin välissä.

25 Kolmas tukiaseman vastaanottaman signaalin voimakkuuteen vaikuttava tekijä on langattoman viestimen antennin asento. Tukiasemien antennit on tyypillisesti suunnattu lähettämään ja vastaanottamaan pystypolaroituja signaaleja, jolloin tukiaseman vastaanottama signaali on voimakkaimmillaan silloin, kun langattoman viestimen antenni on pystyasennossa. Jos käyttäjä pitää langatonta viestintä vinossa tai jopa vaakasuorassa asennossa, tukiaseman vastaanottama signaali heikkenee,
30 jolloin tukiaseman on jälleen nostettava langattoman viestimen lähetystehoa.

35 Tukiaseman vastaanottaman signaalin voimakkuuteen vaikuttaa vielä se, että langattoman viestimen antennin impedanssi muuttuu eri käyttötilanteissa. Esimerkiksi langattoman viestimen antennin läheisyydessä olevat sähköä johtavat esineet, kuten metalliesineet, voivat muuttaa

antennin impedanssia. Antennin impedanssiin vaikuttaa myös se, pidetäänkö langatonta viestintä paljain käsin vai hansikkaallisessa kädessä.

5 Tunnetaan myös langattomia viestimiä, joissa antennin käyttöasentoa voidaan muuttaa tarpeen mukaan. Antenni voidaan esimerkiksi työntää kotelon sisään siinä tilanteessa, kun langaton viestin on valmiustilassa. Vastaavasti antenni voidaan nostaa käyttöasentoon, ulos kotelosta, käyttötilanteessa. Näissä antennin eri asennoissa impedanssi on erilainen tunnetun tekniikan mukaisissa langattomissa viestimissä.

10 Tunnetun tekniikan mukaisissa langattomissa viestimissä antennin sovitus on mitoitettu tiettyä käyttötilannetta silmälläpitäen. Jos sovitus on mitoitettu valmiustilaa varten, toimii antenni parhaiten valmiustilaa vastaavassa asennossa, mutta käyttötilanteessa antennin sovitus ei ole
15 paras mahdollinen. Tällaisella sovituksella langattoman viestimen vastaanotin havaitsee saapuvan puhelun myös kauempana tukiasemasta verrattuna tilanteeseen, jossa sovitus on mitoitettu käyttöasentoon parhaiten sopivaksi. Tässä vaihtoehdossa on kuitenkin se epäkohta, että käyttötilanteessa lähetystehoa menee hukkaan sovituksen epäideaalisuuden seurauksena.
20

Antennin sovitus voidaan tunnetun tekniikan mukaisissa langattomissa viestimissä mitoittaa myös siten, että sovitus on paras antennin ollessa käyttöasennossa, jolloin puhelun aikana lähetettävän radiotaajuisen
25 signaalin häviöt ovat pienemmät kuin tilanteessa, jossa sovitus on optimoitu valmiustila-asentoon. Sen sijaan langattoman viestimen vastaanotin ei toimi antennin ollessa valmiustila-asennossa niin hyvin kuin käyttöasennossa, jolloin erityisesti heikommassa tukiasemakentässä osa saapuvista puheluista saattaa jäädä havaitsematta.

30 Ohellessa kuvassa 1 on esitetty esimerkinomaisesti erästä langattoman viestimen antennisovitusta. Käyrä A esittää sovituksen optimointia valmiustilaan ja käyrä B vastaavasti sovituksen optimointia käyttötilanteeseen. Koordinaatistossa vaaka-akseli esittää taajuutta ja pystyakseli sovitusta antennista heijastuneen tehon perusteella. Sovitus on sitä parempi, mitä pienempi osa antennista heijastuu takaisin. Kuvan 1 käyristä voidaan todeta mm. se, että antennin optimaalinen sovitus valmiustila-asennossa on n. 950 MHz:n ja n. 1,75 GHz:n taajuuksilla ja vastaa-

35

5 vasti käyttöasennossa n. 1,0 GHz:n ja 1,8 GHz:n taajuuksilla. Sen lisäksi, että antennin sovitus muuttuu eri käyttöasunnoissa, myös taajuus, jolla paras sovitus saavutetaan, muuttuu. Tätä epäkohtaa voidaan jossain määrin pienentää optimoimalla antennin sovitusta siten, että se toimii kohtuullisesti sekä valmiustila-asennossa että käyttöasennossa, mutta tällöin antennin sovitus ei kummassakaan käyttöasennossa ole paras mahdollinen.

10 Nyt esillä olevan keksinnön eräänä tarkoituksena on aikaansaada järjestelmä, jossa antennin sovitusta säädetään eri käyttötilanteisiin sopivaksi sekä langaton viestin, jossa antennin sovitusta säädetään käyttöolosuhteiden mukaan. Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että mitataan ainakin antennista heijastunutta radiotehoa ja säädetään antennin sovitusta tämän mittauksen perusteella. Nyt esillä olevan keksinnön

15 mukaiselle sovitussysteemille on tunnusomaista se, että se käsittää:

- havaitsemisvälineet antennin sovituksen havaitsemiseksi ja sovitussignaalin muodostamiseksi havaitun sovituksen perusteella,
- ohjausvälineet mainitun sovitussignaalin tutkimiseksi, sovitustarpeen määrittämiseksi, ja ohjaussignaalin muodostamiseksi mainitun sovitussignaalin perusteella, ja
- 20 – antennin sovitusvälineet antennin sovituksen säätämiseksi mainitun ohjaussignaalin perusteella.

25 Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle langattomalle viestimelle on tunnusomaista se, että langaton viestin käsittää lisäksi:

- havaitsemisvälineet antennin sovituksen havaitsemiseksi ja sovitussignaalin muodostamiseksi havaitun sovituksen perusteella,
- ohjausvälineet mainitun sovitussignaalin tutkimiseksi, sovitustarpeen määrittämiseksi, ja ohjaussignaalin muodostamiseksi mainitun sovitussignaalin perusteella, ja
- 30 – antennin sovitusvälineet antennin sovituksen säätämiseksi mainitun ohjaussignaalin perusteella.

35 Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että menetelmässä havaitaan antennin sovitus, muodostetaan sovitussignaali havaitun sovituksen perusteella, tutkitaan mainittua sovitussignaalia antennin sovitustarpeen määrittämiseksi, jolloin

muodostetaan ohjaussignaali mainitun sovitussignaalin perusteella, ja säädetään antennin sovitusta mainitun ohjaussignaalin perusteella.

5 Nyt esillä olevalla keksinnöllä saavutetaan merkittäviä etuja tunnetun tekniikan mukaisiin järjestelmiin ja langattomiin viestimiin verrattuna. Keksinnön mukaisessa langattomassa viestimessä voidaan antennin sovituksen mitoituksessa huomioida eri käyttötilanteet, jolloin langattoman viestimen eri käyttötilanteissa antennin sovitus on mahdollisimman hyvä. Tällöin keksinnön mukainen langaton viestin toimii valmiustilassa
10 hyvin myös heikossa signaalikentässä ja vastaavasti käyttötilanteessa antennista takaisinpäin heijastuneen radiotehon määrä pyritään säätämään mahdollisimman pieneksi, jolloin langattoman viestimen tehonkulutusta saadaan pienennettyä.

15 Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viitaten samalla oheisiin piirustuksiin, joissa

kuva 1 esittää tunnetun tekniikan mukaisen langattoman viestimen antennin sovitusta taajuuden funktiona eri toiminnallisissa asennoissa,
20

kuva 2 esittää pelkistettynä lohkokaaaviona keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista langatonta viestintä,
25

30 kuvat 3a–3c esittävät erilaisia antennin sovituskentöjä,

kuvat 4a–4b esittävät eräitä edullisia esimerkkejä keksinnön mukaisen antennisovituksen yhteydessä käytettävistä kytkinratkaisuista,
35

kuva 5 esittää erästä tunnetun tekniikan mukaista tehon ilmaissinkytöntä,

35 kuva 6 esittää pelkistettynä lohkokaaaviona keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukaista langatonta viestintä, ja

kuva 7 esittää perspektiivikuvantona keksinnön erään kolmannen edullisen suoritusmuodon mukaista langatonta viestintä.

- 5 Kuvassa 2 on esitetty keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukainen järjestelmä pelkistettynä lohkoakaaviona. Järjestelmä käsittää suuntakytkimen 1, joka on sijoitettu lähettimen pääteasteen 2 ja duplex-suodattimen 3 väliseen siirtolinjaan. Suuntakytkimessä 1 on siirtolinjan liitäntöjen lisäksi kaksi ulostuloa, joista ensimmäisen ulostulon 1a signaalitaso on verrannollinen pääteasteelta 2 antenniin ANT kulkevaan signaalitehoon, ja toisen ulostulon 1b signaalitaso on verrannollinen antennilta ANT pääteasteelle 2 kulkevaan signaalitehoon, eli antennista heijastuneeseen signaalitehoon. Ensimmäinen ulostulo 1a on kytketty lähtevän tehon ilmaisimeen 4 ja toinen ulostulo 1b on kytketty heijastuneen tehon ilmaisimeen 5. Lähtevän tehon ilmaisimen 4 ulostulossa on antenniin lähetettävään radiotaajuisen signaalin tehoon verrannollinen tasajännite U_{ant} ja heijastuneen tehon ilmaisimen 5 lähdössä on pääteasteelle 2 heijastuvaan radiotaajuisen signaalin tehoon verrannollinen tasajännite U_{ref} . Kuvassa 5 on esitetty eräs tunnetun tekniikan mukainen ilmaisinkytkentä 4,5, joka soveltuu keksinnön mukaisessa järjestelmässä käytettäväksi. Tämän kytkennän toiminta on kuvattu tarkemmin US-patentissa 5,214,372. Keksinnön mukaisessa järjestelmässä voidaan käyttää myös mitä tahansa muuta tunnetun tekniikan mukaista mittaus- ja ilmaisinkytkentää. Eräänä esimerkkinä mainittakoon vielä tasasuuntausdiodin käyttö, jolloin diodilla tasasuunnattua, sykkivää tasajännitettä mitataan ja sen perusteella määritetään tehollisarvo. Tarvittaessa diodin lisäksi voidaan vielä käyttää kondensaattoria, jolla tasataan jännitteen vaihteluita, kuten on sinänsä tunnettua.
- 30 Lähtevän tehon ilmaisimen 4 lähdöstä saatava tasajännitearvo U_{ant} johdetaan signaalinkäsittelyelimelle 6, jossa jännitearvo muutetaan edullisesti digitaaliseksi ja lasketaan jännitteen tehollisarvo ja/tai lyhyen ajan keskiarvo. Vastaavasti heijastuneen tehon ilmaisimen 5 lähdöstä saatava tasajännitetieto U_{ref} johdetaan signaalinkäsittelyelimelle 6 ja muutetaan digitaaliseksi. Myös tästä heijastuneen tehon määrää kuvaavasta tasajännitteestä lasketaan edullisesti tehollisarvo ja/tai lyhyen ajan keskiarvo. Jännitteistä U_{ant} , U_{ref} lasketut tehollis- ja/tai keskiarvot johdetaan ohjauselimeen 7.
- 35

5 Duplex-suodattimessa 3 lähetettävästä signaalista alipäästösuodattimella 3a vaimennetaan harmoniset taajuudet, eli lähetettävän signaalin taajuuden monikerrat sekä estetään lähetettävän signaalin pääsy vastaanottoon RX. Duplex-suodattimesta lähetettävä signaali johdetaan syöttölinjalla 10 antennille ANT lähetettäväksi.

10 Vastaavasti vastaanottovaiheessa antennista ANT vastaanotetut radiotaajuiset signaalit johdetaan syöttölinjalla 10 duplex-suodattimelle 3, jossa kaistanpäästösuodattimella 3b suodatetaan pois vastaanottotaajuusalueen ulkopuoliset taajuudet. Vastaanottotaajuusalueella olevat radiotaajuiset signaalit johdetaan duplex-suodattimelta 3 vastaanottimelle RX vastaanotettavaksi sinänsä tunnetusti.

15 Aikajakoisessa tiedonsiirtojärjestelmässä (TDMA, Time Division Multiple Access), kuten GSM-solukkojärjestelmä, kullekin saman solun alueella samalla radiokanavalla lähetettävälle langattomalle viestimelle on varattu tietyt lähetysaikajaksot ja näistä poikkeavat, tietyt vastaanottoaikajaksot, kuten on sinänsä tunnettua. Tällöin ohjauselimellä 7 on tieto
20 siitä, missä aikajaksoissa kyseinen langaton viestin saa lähettää ja missä aikajaksoissa langaton viestin vastaanottaa tukiaseman lähettämää radiosignaalia. Ohjauselimen 7 sovituksen säätöä suorittavassa sovellusohjelmistossa voidaan tällöin käyttää tätä tietoa lähtevän ja heijastuneen tehon oikean mittausajankohdan määrittämiseen. Keksinnön
25 erään toisen edullisen suoritusmuodon mukaisessa langattomassa viestimessä tämän tiedon perusteella määritetään ajankohta, jolloin vastaanotetun signaalin voimakkuutta mitataan.

30 Esimerkiksi CDMA-järjestelmässä (Code Division Multiple Access) useat langattomat viestimet voivat sen sijaan lähettää samanaikaisesti, jolloin lähetettävän ja heijastuneen tehon mittauksa voidaan suorittaa yhteyden aikana olennaisesti jatkuvasti.

35 Selostetaan seuraavassa keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaisen menetelmän toimintaa langattomassa viestimessä MS. Menetelmässä sovituksen säätö perustuu lähetyksen aikana suoritettavaan antennista heijastuneen tehon mittaukseen. Säädessä voidaan lisäksi mitata lähettimen pääteasteesta antenniin johdettavaa te-

5 hoa. Langattoman viestimen MS käynnistyksessä sovituselimeen 9
asetetaan esim. ensimmäinen sovitusarvo, joka tässä esimerkissä on
optimoitu antennin valmiustila-asentoa vastaavaksi sovitukseksi, mutta
10 5 voi olla myös esim. antennin käyttöasentoa vastaava sovitus. Sovitus-
elimen 9 ensimmäinen sovitusarvo asetetaan edullisesti siten, että oh-
jauselin 7 asettaa sovituselimen ohjauslinjaan 8 ensimmäisen jännite-
arvon, kuten loogista 0-tilaa vastaava jännitearvo, joka tässä selityk-
sessä kuvatuissa esimerkeissä vastaa jännitearvoa n. 0 V. Ohjauseli-
10 7 men 7 sovellusohjelmistoon on laadittu ohjelma sovituksen suorittami-
seksi. Langattoman viestimen MS toiminnan aikana ohjauselin 7 suorit-
taa väliajoin tätä sovellusohjelmaa antennin sovitustarpeen tutkimiseksi
ja säätämiseksi tarvittaessa.

15 Suoritettaessa sovituksen säätö pelkästään antennista heijastuneen te-
hon perusteella, voidaan se toteuttaa esim. seuraavasti. Ohjauselin 7
asettaa sovituselimen ohjauslinjaan 8 ensimmäisen jännitearvon, jolloin
sovituselimeen 9 asetetaan ensimmäinen sovitusarvo. Tämän jälkeen
suoritetaan heijastuneen radiotaajuisen signaalin tehon määrittäminen mit-
taamalla heijastuneen tehon ilmaisimen 5 lähtöjännitettä U_{ref} siinä vai-
20 heessa, kun antenniin johdetaan tehoa. Mittauksen perusteella signaa-
linkäsittelyelimestä 6 jännite muunnetaan digitaaliseksi ja lasketaan
edullisesti jännitteen tehollisarvo ja tallennetaan se muistivälineisiin
MEM, edullisesti luku/kirjoitusmuistiin (RAM, Random Access Memory).
Seuraavaksi ohjauselin 7 asettaa sovituselimen ohjauslinjaan 8 toisen
25 jännitearvon, jolla valitaan sovituselimen 9 toinen sovitusarvo sovitus-
elimeen 9, minkä jälkeen suoritetaan jälleen heijastuneen tehon mittaus
ja tallennetaan mittaustulos muistivälineisiin MEM. Tämä toinen jänni-
tearvo on edullisesti loogista 1-tilaa vastaava jännitearvo, joka käytän-
30 nön sovelluksissa vastaa yleensä n. käyttöjännitettä, kuten 3 V, 3,3 V
tai 5 V. Sen jälkeen kun kaikki sovituselimen 9 mahdolliset sovitusarvot
on käyty läpi, ohjauselin 7 vertailee eri sovituksilla mittausten perusteel-
la laskettuja tehollisarvoja. Vertailun perusteella ohjauselin 7 asettaa
sovituselimen ohjauslinjaan 8 sen arvon, jota vastaavalla sovituselimen
9 sovituksella heijastuneen radiotaajuisen signaalin tehollisarvo oli pie-
35 nin.

Sovituksen muuttaminen voidaan toteuttaa myös esimerkiksi siten, että
sovituselin 9 käsittää kaksi tai useampia vaihtoehtoisia sovituspiirejä,

5 joista kulloinkin yksi valitaan kytkimellä tai vastaavalla. Tällöin sovituk-
sen ohjauslinja 8 voi käsittää useampia linjoja, joilla valitaan yksi tai
useampi kytkin aktiiviseksi, mikä aikaansaa vastaavan sovituspiirin ak-
tivoitumisen. Myös muita tunnettuja ratkaisuja voidaan tässä yhteydes-
sä soveltaa. Jäljempänä tässä selostuksessa kuvataan eräitä tämän
keksinnön yhteydessä edullisesti sovellettavia sovituselimen 9 toteu-
tuksia.

10 Koska antennin käyttöolosuhteet voivat muuttua myös puhelun aikana
ja valmiustilassa, on sovituksen suorittamisessa tarvittavat mittaukset
ja ohjaustoimenpiteet syytä suorittaa väliajoin. Eräänä kriteerinä
sovituksen muuttamiselle voi tällöin olla se, että heijastuvan tehon
määrä muuttuu enemmän kuin ennalta määritetty kynnysarvo,
esimerkiksi tietty desibelimäärä, tai että heijastuvan tehon määrä
15 suhteessa lähtevään tehoon muuttuu enemmän kuin ennalta määritetty
kynnysarvo. Tällöin edullisesti signaalinkäsittelyelimellä 6 mitataan
väliajoin antennista heijastunutta tehoa ja mikäli heijastunut teho ylittää
ennalta määrätyn kynnysarvon, ohjauselin 7 muuttaa sovituselimen 9
sovitusta. Tämän jälkeen suoritetaan uusi heijastuneen tehon määrittäminen
20 ja verrataan edellisen sovituksen mukaiseen tehoon. Jos heijastunut
teho pieneni tällä uudella sovituksella, pidetään antennin sovitus tässä
arvossa. Muussa tapauksessa, mikäli sovituselimessä 9 on vain kaksi
soitusvaihtoehtoa, palautetaan sovitus takaisin edelliseen
soitusarvoon. Jos sovituselimessä 9 sen sijaan on useampia kuin
25 kaksi soitusvaihtoehtoa, sovituselimeen 9 asetetaan seuraava
soitusvaihtoehto ja suoritetaan uusi heijastuneen tehon määrittäminen ja
vertailuvaihe, kunnes on jälleen löytynyt sellainen sovitus, jolla
heijastunut teho on pienin.

30 Sovituksen säätötarpeen arvioinnissa voidaan antennista heijastuneen
tehon lisäksi käyttää hyväksi myös lähetettävää tehoa. Tällöin ohjaus-
elimessä 7 vertaillaan lähettimen päätevahvistimesta lähetettävää ra-
diotaajuisen signaalin tehoa ja antennista heijastunutta radiotaajuisen
signaalin tehoa ja tämän vertailun perusteella päätellään se, onko an-
35 tennin sovitusta tarpeen muuttaa. Jos suuri osa antenniin johdetusta
radiotaajuisesta signaalista heijastuu takaisin, johtuu se todennäköi-
sesti huonosta antennin sovituksesta. Tällöin ohjauselin 7 asettaa sovi-

tuksen ohjauslinjaan 8 signaalin, jolla antennin sovituselimen 9 sovitusta muutetaan.

- 5 Sen jälkeen, kun ohjauselin 7 on asettanut sovituselimeen 9 uuden sovitusarvon, voidaan suorittaa uusi tehonmittaus heijastuneelle ja pääteasteesta lähetettävälle radiotaajuiselle signaalille. Jos nyt heijastuneen tehon mittaus osoittaa, että vähemmän radiotaajuisia signaalia heijastuu suhteessa lähtevään tehoon, voidaan tästä päätellä, että sovitus on parempi kuin edellisessä mittauksessa. Tarvittaessa voidaan
- 10 vielä kokeilla jotakin muuta sovitusvaihtoehtoa ja suorittaa edellä esitetyt mittaus- ja vertailutoimenpiteet sen selvittämiseksi, saadaanko jollain muulla sovituksella vielä parempi sovitus, eli heijastuvan tehon määrää pienennettyä. Mainittu sovituksen säätö voidaan tehdä esimerkiksi kunkin lähetysaikajakson yli mitatun tehon keskiarvon
- 15 perusteella tai useamman tällaisen lähetysaikajakson yli mitatun tehon keskiarvon perusteella, jolloin hetkelliset muutokset antennin käyttöympäristössä eivät olennaisesti vaikuta antennin sovituksen säätöön.
- 20 Käytännön sovelluksissa edullinen tapa toteuttaa sovituselin 9 ja sen ohjaus on käyttää PIN-diodeja kytkentäeliminä sekä kapasitansseja ja/tai induktansseja sovituseliminä. PIN-diodien käytöllä suurtaajuussignaalin kytkemisessä saavutetaan mm. se etu, että antennin syöttölinjaa voidaan käyttää kytkimien ohjauksessa hyväksi. Tällöin antennin syöttölinjaan syötettävällä tasajännitteellä biasoidaan diodit halutulla tavalla, kuten jäljempänä tässä selityksessä esitetään.
- 25
- 30 Keksinnön mukaisen langattoman viestimen antenni voidaan suunnitelluvaiheessa optimoida joko valmiustila-asennon kannalta tai käyttöasennon kannalta. Tällöin sovituselimellä 9 antennin sovitusta muutetaan siinä vaiheessa, kun antenni asetetaan toiseen asentoon. Kokonaisuuden kannalta sovituselin 9 pyritään käytännön sovelluksissa tekemään mahdollisimman yksinkertaiseksi, jolloin täydellistä sovitusta ei välttämättä saavuteta. Toisaalta täydellinen sovitus yleensä vaatii monimutkaisia kytkentäjä, jolloin sovituselimen häviöt saattavat muodostua suuremmiksi kuin sovituksella saavutettava hyöty. Oheisissa kuvissa 3a-3c on esitetty eräitä edullisia ratkaisuja sovituselimen 9 ja sen ohjauksen toteuttamiseksi. Kuvissa 3a ja 3b antenni on optimoitu langat-
- 35

toman viestimen käyttöasennossa ja kuvassa 3c esitetty kytkentä soveltuu käytettäväksi siinä vaihtoehdossa, jossa langattoman viestimen antenni on optimoitu valmiustila-asennossa.

- 5 Kuvan 3a kytkennässä sovituselementti 9 koostuu kondensaattorista C1. Tämä kondensaattori C1 kompensoi resonanssitaajuuden muutoksen, kun antenni asetetaan valmiustila-asentoon. Kytkentäelementteinä toimivat diodit D1 ja D2 seuraavasti. Antennin syöttölinjaan 10 johdetaan positiivinen tasajännite, jolloin ensimmäisen diodin D1 ja ensimmäisen kuristimen L1 kautta kulkee biasointivirta syöttölinjasta maapotentiaaliin.
- 10 Tämä biasointivirta aikaansaa ensimmäisen diodin D1 asettumisen johtavaan tilaan, jolloin suurtaajuusvirta kulkee syöttölinjasta ensimmäisen diodin D1 ja kondensaattorin C1 kautta antennille ANT. Vastaavasti asetettaessa syöttölinjaan 10 negatiivinen tasajännite, kulkee biasointivirta maapotentiaalista toisen kuristimen L2 ja toisen diodin D2 kautta syöttölinjaan 10, jolloin toinen diodi D2 on biasoitu, eli se johtaa ja vastaavasti ensimmäinen diodi D1 ei johda suurtaajuustehoa. Tällöin suurtaajuusvirta kulkee syöttöjännitteestä 10 toisen diodin D2 kautta antennille ANT. Tässä jälkimmäisessä tilanteessa kondensaattori C1 ei vaikuta antennin sovitukseen. Kuristimet L1, L2 estävät suurtaajuisen signaalin oikosulkeutumisen maapotentiaaliin.
- 15
- 20

- Kuvan 3b esimerkikykennässä käytetään kytkentäelementtinä vain yhtä diodia D3 sekä sovituselementtinä kondensaattoria C2. Siinä tilanteessa, kun tasajännitettä ei johdeta syöttölinjaan 10, diodi D3 ei myöskään johda suurtaajuustehoa, jolloin syöttölinjan kautta antenniin johdettava suurtaajuusteho kulkee kondensaattorin C2 kautta, jolloin antennisovitus muodostuu tästä kondensaattorista C2. Tilanteessa, jossa syöttölinjaan 10 kytketään positiivinen tasajännite, alkaa diodi D3 johtaa suurtaajuustehoa, ja tällöin suurtaajuinen lähetettävä signaali kulkee diodin D3 kautta antenniin ja kondensaattori C2 on suurtaajuustehon kannalta oikosuljettuna. Tällöin kondensaattori C2 ei olennaisesti vaikuta antennin sovitukseen. Kuristin L3 johtaa biasointivirran maapotentiaaliin ja estää suurtaajuisen signaalin oikosulkeutumisen maapotentiaaliin. Tämän kuvan 3b kytkennän etuna kuvan 3a kytkentään nähden on se, että biasointijännitettä tarvitaan vain puhelun aikana langattoman viestimen antennin ollessa käyttöasennossa.
- 25
- 30
- 35

Kuvassa 3c on esitetty esimerkkikytkentä sellaista langatonta viestintä varten, jossa antenni on optimoitu antennin käyttöasennon mukaan. Tämän kytkennän mukaisessa sovituselimessä syöttölinjaan 10 johdetaan biasointijännite diodia D4 varten siinä tilanteessa, kun antenni on valmiustila-asennossa. Tällöin suurtaajuusteho kulkee diodin D4 kautta antenniin. Sovituselimen 9 ja antennin väliin on vielä muodostettu induktanssi L5, edullisesti mikroliuskatekniikalla. Lisäksi kuvan 3c kytkennässä toisena sovituselimenä toimii kela L4 tilanteessa, jossa syöttölinjaan 10 ei johdeta biasointijännitettä, jolloin suurtaajuusteho kulkee kondensaattorin C3 ja kelan L4 kautta induktanssille L5 ja edelleen antenniin ANT.

Langattoman viestimen antennin ANT kulloinenkin asento voidaan todeta esimerkiksi siten, että antennin yhteyteen on järjestetty kytkin, jonka asentoa tarkkaillaan. Tällöin kytkimen antaman signaalin perusteella valitaan joko ensimmäinen tai toinen sovituselimen toiminnallinen tila. Toisena vaihtoehtona on se, että mitataan antennista heijastunutta tehoa ja sen perusteella päätellään, mihin asentoon sovituselin 9 kulloinkin asetetaan. Tätä toimintaa on selostettu aikaisemmin nyt esillä olevan keksinnön kuvauksen yhteydessä. Vielä eräänä vaihtoehtona on se, että tarkkaillaan vastaanotetun signaalin voimakkuutta ja sovituselimen 9 ohjauksella pyritään löytämään sellainen asento, jossa vastaanotetun signaalin voimakkuus on suurin.

Nyt esillä olevan keksinnön mukainen antennin sovituksen säätö voidaan toteuttaa edullisesti myös siten, että ns. läheisyysanturilla 12 (proximity sensor) mitataan langattoman viestimen etäisyyttä läheisyydessä oleviin esteisiin. Tämän etäisyyden mittauksen perusteella säädetään antennin sovitusta. Etäisyyden mittaus voidaan toteuttaa esim. siten, että langattomassa viestimessä MS läheisyysanturi 12 käsittää infrapunälähtetimen 12a ja infrapunavastaanottimen 12b, kuten kuvassa 6 on esitetty. Infrapunälähtetimestä 12a lähetetään infrapunasignaalia (IR, Infra Red) langattomasta viestimestä MS ympäristöön. Infrapunavastaanottimella 12b vastaanotetaan heijastunutta infrapunasignaalia ja esim. signaalinkäsittelyelimellä 6 mitataan vastaanotetun signaalin voimakkuutta ja tarvittaessa myös lähetetyn infrapunasignaalin voimakkuutta. Tällöin voidaan tämän vastaanotetun signaalin voimakkuuden ja lähetetyn infrapunasignaalin voimakkuuden välisestä suhteesta päätel-

lä, onko langaton viestin MS lähellä jotakin estettä. Lähellä langatonta viestintä MS olevat esteet aikaansaavat sen, että suuri osa signaalista heijastuu. Jos mittaus osoittaa sen, että suuri osa lähetetystä infrapunasignaalista on heijastunut takaisin, voidaan tästä päätellä se, että

5 langaton viestin on lähellä jotakin estettä ja antennin sovitusta muutetaan vastaavasti, esim. valitsemalla kahdesta tai useammasta sovituspieristä yksi. Kulloisessakin sovelluksessa on edullisesti kokeellisesti selvitetty se, miten esteiden etäisyys ja koko vaikuttaa heijastuneen infrapunasignaalin määrään sekä siihen, miten antennin sovitusta on

10 muutettava. Tällöin langattomaan viestimeen MS on edullisesti tallennettu vastaavat vertailuarvot, joita käytetään sovituksen säädössä. Ohjauselin 7 tutkii edullisesti muistivälineisiin MEM tallennettuja vertailuarvoja mittaukselle ja muodostaa ohjaussignaalin, jolla asetetaan sovituselimelle 9 sopiva sovitusarvo. Tätä sovituksen

15 asettamista ohjaussignaalin perusteella on selostettu tarkemmin toisaalla tässä selityksessä, johon tässä yhteydessä viitataan. On selvää, että läheisyysanturissa 12 voidaan mainitun infrapunasignaalin sijasta käyttää myös muuta etäisyyden mittausperiaatetta, kuten ultraääntä.

20 Vielä eräänä antennin sovituksen säädön suoritusmuotona mainitaan tässä yhteydessä sellainen, jossa langaton viestin MS käsittää liikutettavan näppäinkannen 13 (kuva 7) tai vastaavan. Tällainen näppäinkansi on tavallisesti asetettu näppäimistön päälle silloin, kun puhelu ei ole

25 käynnissä. Vastaavasti puhelun ajaksi näppäinkansi siirretään toiseen asentoon, pois näppäimistön päältä. Tämän näppäinkannen asentoa tutkitaan esim. kytkinelimellä 14, jolloin näppäinkannen ollessa näppäimistön päällä, käytetään antennisovituksessa sovituselimen 9 ensimmäistä sovitusarvoa, ja vastaavasti näppäinkannen ollessa pois

30 näppäimistön päältä, käytetään antennisovituksessa sovituselimen 9 toista sovitusarvoa. Tässä on siis oletettu, että puhelun aikana käyttäjä pitää langatonta viestintä MS päänsä lähellä, jolloin pään vaikutus antennin sovitukseen voidaan huomioida.

35 Antennista heijastuneen tehon mittaukseen perustuva menetelmä on edullinen mm. sen vuoksi, että tällöin antennin sovitus saadaan parhaaksi mahdolliseksi lähetystaajuudella. Tyypillisesti antennin sovituksen merkitys on suurempi lähetyksessä kuin vastaanotossa, koska lan-

gattomasta viestimestä lähetettäessä erilaiset epäideaalisuudet vaikuttavat enemmän langattomassa viestimessä tehonkulutukseen kuin vastaanottovaiheessa mahdolliset epäideaalisuudet antennisovituksessa. Antennisovituksen saaminen mahdollisimman hyväksi on tärkeää myös lähettimen pääteasteen stabiilisuuden kannalta.

Seuraavassa selostetaan vielä kuviin 4a ja 4b viitaten eräitä edullisia kytkentäratkaisuja biasointijännitteen kytkemiseksi syöttölinjaan sovituselimen 9 ohjauksessa. Kuvan 4a mukainen kytkentä soveltuu käytettäväksi tilanteessa, jossa sovituselin 9 käsittää yhden kytkentäelimenä toimivan diodin, kuten kuvan 3b kytkennässä diodi D3 ja kuvan 3c kytkennässä diodi D4. Biasointijännitteen kytkentäelimenä kuvan 4a kytkennässä toimii transistori Q1. Kun ohjauselin 7 asettaa sovituselimen ohjauslinjaan 8 loogista 1-tilaa vastaavan jännitearvon, joka on käytännön sovelluksissa noin käyttöjännitettä vastaava arvo, alkaa transistori Q1 johtaa. Tällöin lähetysvaiheessa transistori Q1 kytkee lähettimen käyttöjännitelinjasta VTX jännitteen diodin D5 ja vastuksen R1 kautta kuristimen L7 läpi syöttölinjaan 10, jolloin diodi D4, D5 alkaa johtaa. Vastaavasti vastaanottovaiheessa biasointijännite kytketään vastaanottimen käyttöjännitteestä VRX diodin D6, vastuksen R2, transistorin Q1 ja kuristimen L7 kautta syöttöjännitelinjaan.

Sovituselimen 9 asettamiseksi toiseen sovitusarvoon ohjauselin 7 asettaa sovituselimen ohjauslinjaan 8 edullisesti loogista 0-tilaa vastaavan arvon, käytännössä noin 0 V. Tällöin kytkintransistori Q1 ei johda, jolloin biasointijännite syöttölinjasta 10 katkeaa ja sovituselimen diodi D3 ei johda suurtaajuustehoa antenniin. Tällöin sovituselimen 9 toinen sovitusarvo on käytössä, eli suurtaajuusteho siirtyy antenniin kondensaattorin C1 kautta.

Kuvan 4b mukainen kytkentäratkaisu soveltuu käytettäväksi erityisesti sellaisten sovituselimien yhteydessä, joissa kunkin sovituselimen valintaa ohjataan diodilla D1, D2. Kytkentä toimii seuraavasti. Kytkentä käsittää kaksi kytkintransistoria Q2, Q3, joiden avulla syöttölinjaan 10 johdetaan kulloinkin tarvittavan sovituksen aikaansaamisessa tarvittava biasointijännite syöttölinjaan 10. Nämä kytkintransistorit Q2, Q3 on kytketty sarjaan käyttöjännitteen V_{CC} ja maapotentiaalin väliin. Biasointijännitteen ulosotto on toteutettu transistorien yhteisestä liitäntänaustasta

11. Tästä liitännästä 11 johdetaan biasointijännite vastuksen R5 ja
kuristimen L8 kautta syöttölinjaan 10. Tämä transistorikytkentä on to-
teutettu siten, että vain jompi kumpi transistoreista Q2, Q3 johtaa. Täl-
löin syöttölinjaan 10 johdetaan joko olennaisesti käyttöjännitettä vas-
5 taava jännitearvo tai olennaisesti maapotentiaalia vastaava jännitearvo,
eli käytännössä noin 0 V. Ohjaussignaali näille kytkintransistoreille
Q2, Q3 tuodaan sovituselimen ohjauslinjasta 8 transistorin Q4 kautta.
Kytkimenä toimivan transistorin Q4 hila G4 toimii kytkimen sallintatulo-
na, jolloin kytkintransistori Q4 johtaa siinä tilanteessa, että langattoman
10 viestimen joko lähettimelle tai vastaanottimelle on kytketty
käyttöjännite. Lähettimen käyttöjännite johdetaan kytkintransistorin Q4
hilalle G4 diodin D7 kautta ja vastaavasti vastaanottimen käyttöjännite
johdetaan diodin D8 kautta vastaanottimen käyttölinjasta RXP.
Tilanteessa, jossa sekä vastaanotin että lähetin eivät ole toiminnassa,
15 ei myöskään sovitusta tarvita, jolloin kytkintransistori Q4 ei johda, mikä
aikaansaa sen, että myöskään transistorit Q2, Q3 eivät johda.

Kuvan 4b mukainen kytkentäjärjestely toimii kuvan 3a mukaisen sovi-
tuskytkennän yhteydessä seuraavasti. Kun lähetin tai vastaanotin on
20 päällä ja sovituselimen ohjauslinjaan 8 on asetettu jännitearvoksi n.
0 V, johtavat kytkintransistorit Q4, Q2, jolloin syöttölinjassa 10 on tasa-
jännite, jonka suuruus on noin käyttöjännite V_{CC} . Tällöin sovituselimen 9
diodi D1 on biasoitu, eli se johtaa suurtaajuustehoa kondensaattorin C1
kautta antennille ANT. Vastaavasti sovituselimen ohjauslinjan 8 ollessa
25 noin käyttöjännitettä V_{CC} vastaavassa jännitearvossa, kytkintransistorit
Q4, Q3 ovat johtavassa tilassa ja aikaansaavat sen, että syöttölinja 10
on lähellä maapotentiaalia. Tällöin sovituselimen 9 toinen diodi D2 on
biasoitu ja johtaa suurtaajuustehoa antenniin ANT, eli sovituselimen 9
toinen sovituservo on käytössä. Vastuksien R4, L5 tehtävänä on aset-
30 taa diodien D1, D2 antennin puoleinen liitäntälinja jännitearvoon, joka
on noin puolet käyttöjännitteestä V_{CC} . Tällöin syöttölinjaan 10 ei tarvitse
syöttää negatiivista käyttöjännitettä toisen diodin D2 biasoimiseksi,
vaan biasointi tapahtuu asettamalla jännite syöttölinjassa n. 0 V:in.
Myös siinä tilanteessa, että kytkentäelimen kytkintransistori Q1 ei johda
35 sähköä, estetään diodien D1, D2 biasoituminen tällä vastuskytkennällä
R4, R5. Tässä tilanteessa transistorien Q2, Q3 yhteinen nasta on myös
jännitearvossa, joka on noin puolet käyttöjännitteestä. Tällöin diodien
D1, D2 yli jännite on noin 0 V.

5 Kuvan 4b kytkennän transistoria Q1 sekä diodeja D7, D8 ei välttämättä tarvita, mikäli ohjauselimessä 7 on mahdollisuus asettaa sovituselimen ohjauslinjan 8 ohjauksessa käytettävä liitäntälinja ns. suuri-impedanssi-
seen tilaan. Tällöin ohjauselimien 7 sovellusohjelmistossa tutkitaan, ovatko sekä lähetin että vastaanotin pois päältä, jolloin ohjelmallisesti asetetaan tämä linja suuri-impedanssiseen tilaan.

10 Käytännön sovelluksissa diodien biasointivirran suuruus on tyypillisesti noin 2—10 mA riippuen mm. diodien D1—D4 tyypistä sekä käytettävistä tehotasoista. Yleisesti voidaan todeta se, että lähetyksessä tarvitaan enemmän biasointivirtaa kuin vastaanotossa, koska heikosti biasoitu PIN-diodi voi muodostaa harmonista säröä voimakkaaseen lähetyssignaaliin. Myös diodien häviöt ovat kääntäen verrannollisia biasointivirran
15 voimakkuuteen. Kuvan 4a kytkennässä voidaan vastuksilla R1, R2 asettaa biasointivirrat sopiviksi ja näillä vastuksilla R1, R2 voi olla erilaiset resistanssiarvot, jos lähetyksessä ja vastaanotossa tarvitaan erisuuruiset biasointivirrat.

20 Nyt esillä olevan keksinnön mukaisella järjestelyllä on mahdollista aikaansaada optimaalinen antennin sovitus eri käyttötilanteissa. Sen lisäksi, että tällä järjestelyllä laajennetaan langattoman viestimen kuuluvuusalueita, kasvatetaan myös langattoman viestimen puheaikaa. Esimerkiksi, jos langattoman viestimen lähetin voi pienentää lähetystehoja
25 2 dB:llä paremman sovituksen seurauksena, keskimääräinen lähettimen pääteasteen tehonkulutus putoaa tyypillisesti 0,5 W:sta 0,32 W:iin olettaen, että langattoman viestimen hyötysuhde on noin 50 %.

30 On selvää, että käytännön sovelluksissa voidaan käyttää myös useampia sovitusarvoja sovituselimessä 9 kuin edellä esitetyissä esimerkeissä kaksi erilaista sovitusarvoa. Tällöin erilaisilla kytkinjärjestelyillä voidaan valita antennin sovitukseen vaikuttavia piiriratkaisuja, jotka tyypillisesti koostuvat kapasitansseista ja/tai induktansseista, jotka on mitoitettu eri käyttötilanteisiin.

35 On selvää, että edellä esitetyt signaalinkäsittelytoimenpiteet voidaan toteuttaa signaalinkäsittelyelimen 6 sijasta myös esim. ohjauselimien 7 sovellusohjelmistossa.

Nyt esillä olevaa kytkentää ei ole rajoitettu ainoastaan edellä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan sitä voidaan muunnella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

17

L2

Patenttivaatimukset:

1. Langattoman viestimen antennin (ANT) sovitussysteemi, tunnettu siitä, että se käsittää:
- 5 – havaitsemisvälineet (4, 5, 12) antennin (ANT) sovituksen havaitsemiseksi ja sovitussignaalin muodostamiseksi havaitun sovituksen perusteella,
- ohjausvälineet (7) mainitun sovitussignaalin tutkimiseksi, sovitustarpeen määrittämiseksi, ja ohjaussignaalin muodostamiseksi
- 10 – antennin sovitusvälineet (9) antennin (ANT) sovituksen säätämiseksi mainitun ohjaussignaalin perusteella.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen sovitussysteemi, tunnettu siitä, että mainitut havaitsemisvälineet (4, 5, 12) käsittävät välineet (1, 5) antennista (ANT) heijastuneen radiotehon mittaamiseksi ja välineet (6) sovitussignaalin muodostamiseksi mainitun heijastuneen radiotehon mittauksen perusteella.
- 15
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen sovitussysteemi, tunnettu siitä, että mainitut havaitsemisvälineet (4, 5, 12) käsittävät lisäksi välineet (1, 4) antenniin (ANT) syötettävän radiotehon mittaamiseksi ja välineet (6) sovitussignaalin muodostamiseksi mainitun heijastuneen radiotehon mittauksen ja mainitun langattoman viestimen antenniin (ANT)
- 20 – syötettävän radiotehon mittauksen perusteella.
- 25
4. Langaton viestintä (MS), joka käsittää ainakin antennin (ANT), tunnettu siitä, että langaton viestintä (MS) käsittää lisäksi:
- havaitsemisvälineet (4, 5, 12) antennin (ANT) sovituksen havaitsemiseksi ja sovitussignaalin muodostamiseksi havaitun sovituksen perusteella,
- 30 – ohjausvälineet (7) mainitun sovitussignaalin tutkimiseksi, sovitustarpeen määrittämiseksi, ja ohjaussignaalin muodostamiseksi mainitun sovitussignaalin perusteella, ja
- 35 – antennin sovitusvälineet (9) antennin (ANT) sovituksen säätämiseksi mainitun ohjaussignaalin perusteella.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen langaton viestin (MS), tunnettu siitä, että mainitut havaitsemisvälineet (4, 5, 12) käsittävät välineet (1, 5) antennista (ANT) heijastuneen radiotehon mittaamiseksi ja välineet (6) sovitussignaalin muodostamiseksi mainitun heijastuneen radiotehon mittauksen perusteella.
6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen langaton viestin (MS), tunnettu siitä, että mainitut havaitsemisvälineet (4, 5, 12) käsittävät lisäksi välineet (1, 4) antenniin (ANT) syötettävän radiotehon mittaamiseksi ja välineet (6) sovitussignaalin muodostamiseksi mainitun heijastuneen radiotehon mittauksen ja mainitun langattoman viestimen antenniin (ANT) syötettävän radiotehon mittauksen perusteella.
7. Patenttivaatimuksen 4, 5 tai 6 mukainen langaton viestin (MS), tunnettu siitä, että mainitut havaitsemisvälineet (4, 5, 12) käsittävät välineet (12) etäisyyden mittaamiseksi ja välineet (6) sovitussignaalin muodostamiseksi mainitun etäisyyden mittauksen perusteella.
8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen langaton viestin (MS), tunnettu siitä, että mainitut välineet (12) etäisyyden mittaamiseksi käsittävät infrapunälähtetimen (12a) ja infrapunavastanottimen (12b).
9. Jonkin patenttivaatimuksen 4—8 mukainen langaton viestin (MS), jossa antenni (ANT) on järjestetty asetettavaksi ainakin kahteen eri asentoon, tunnettu siitä, että mainitut havaitsemisvälineet (4, 5, 12) käsittävät välineet (12) antennin (ANT) asennon tutkimiseksi ja välineet (6) sovitussignaalin muodostamiseksi antennin (ANT) asennon perusteella.
10. Jonkin patenttivaatimuksen 4—8 mukainen langaton viestin (MS), joka käsittää lisäksi näppäinkuoren (13), joka on järjestetty asetettavaksi ainakin kahteen eri asentoon, tunnettu siitä, että mainitut havaitsemisvälineet (4, 5, 12) käsittävät välineet (14) näppäinkuoren (13) asennon tutkimiseksi ja välineet (6) sovitussignaalin muodostamiseksi näppäinkuoren (13) asennon perusteella.

19

11. Menetelmä langattoman viestimen antennin sovittamiseksi, tunnettu siitä, että menetelmässä havaitaan antennin (ANT) sovitus, muodostetaan sovitussignaali havaitun sovituksen perusteella, tutkitaan mainittua sovitussignaalia antennin (ANT) sovitustarpeen määrittämiseksi, jolloin muodostetaan ohjaussignaali mainitun sovitussignaalin perusteella, ja säädetään antennin (ANT) sovitusta mainitun ohjaussignaalin perusteella.
- 5
12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu sovitussignaali muodostetaan mittaamalla antennista (ANT) heijastunutta radiotehoa.
- 10
13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu sovitussignaali muodostetaan mittaamalla lisäksi antenniin (ANT) syötettävää radiotehoa.
- 15
14. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu sovitussignaali muodostetaan mittaamalla langattoman viestimen (MS) etäisyyttä kulloinkin langattoman viestimen läheisyydessä oleviin kappaleisiin.
- 20
15. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, jossa antenni (ANT) on asetettavissa ainakin kahteen eri asentoon tunnettu siitä, että mainittu sovitussignaalin muodostamiseksi tutkitaan antennin (ANT) asentoa.
- 25

23

1

Fig. 2

24

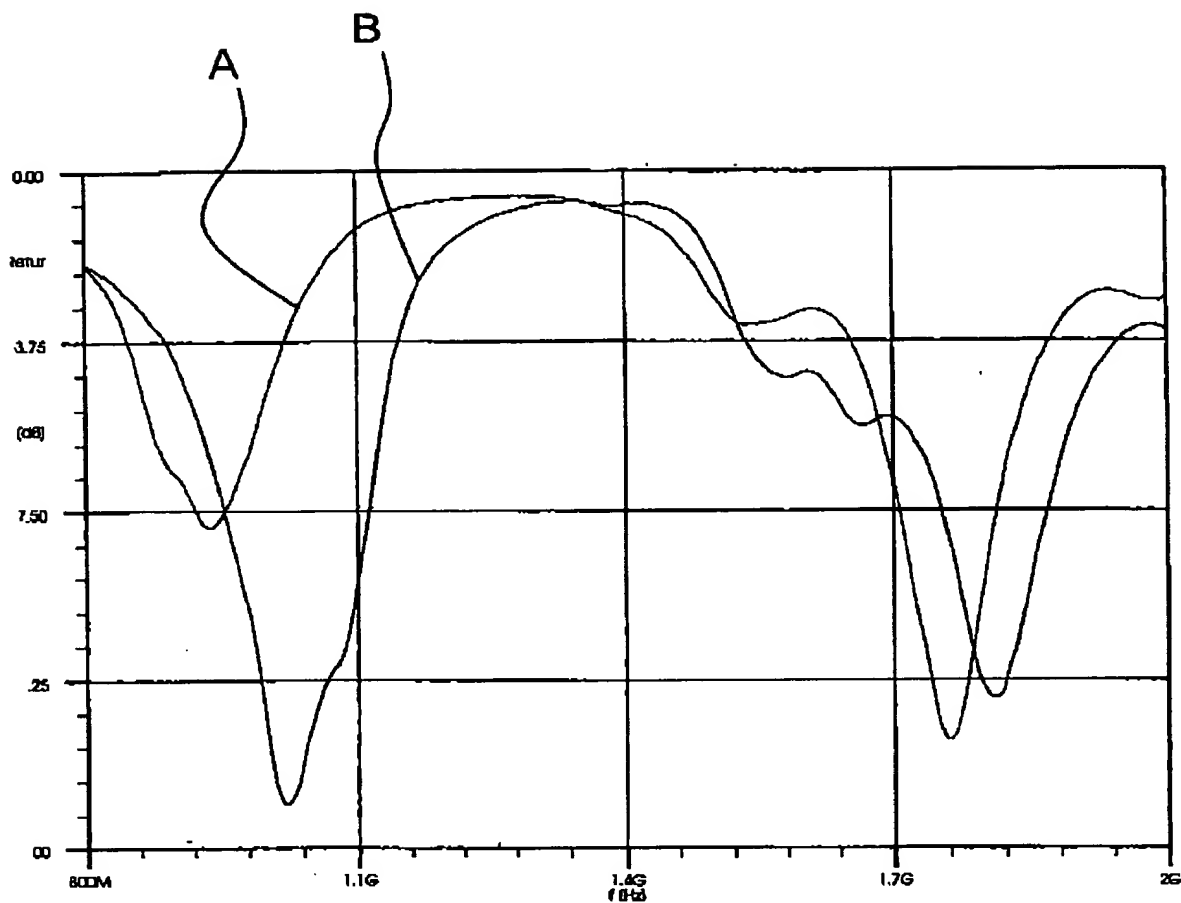


Fig 1

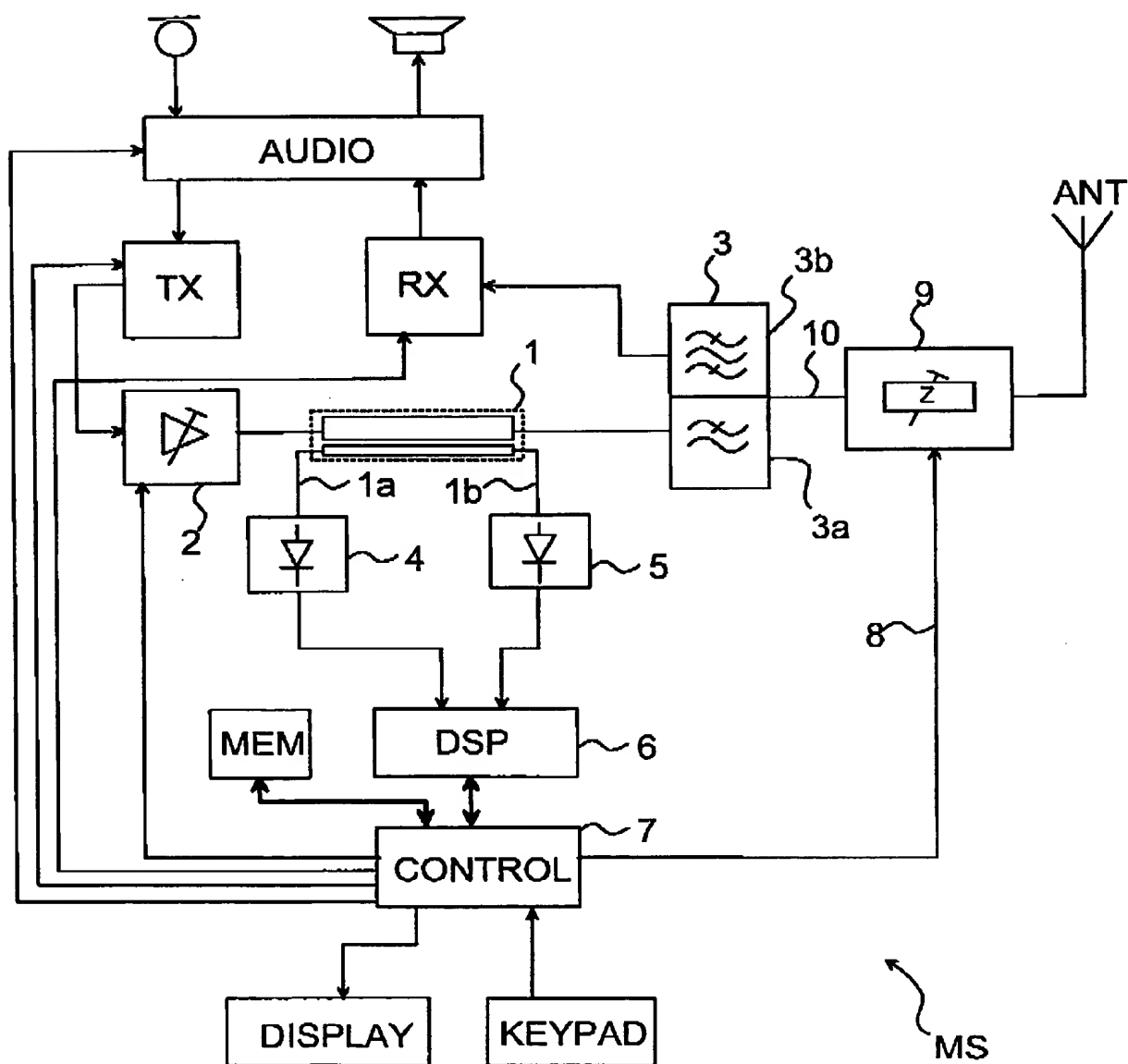


Fig 2

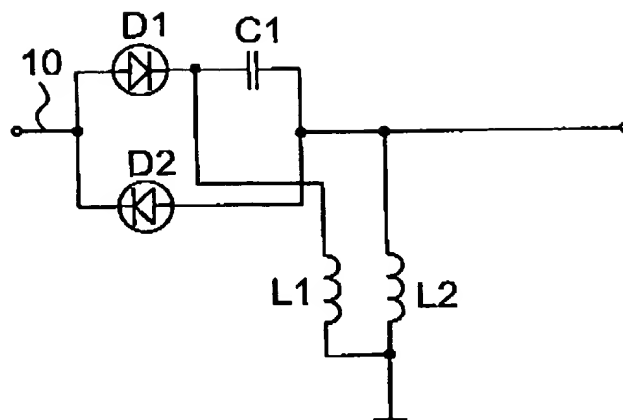


Fig 3a

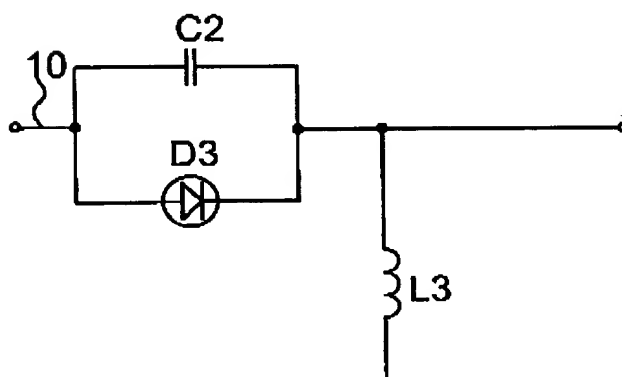


Fig 3b

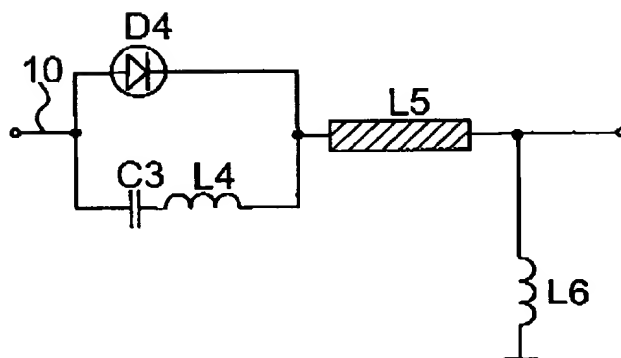


Fig 3c

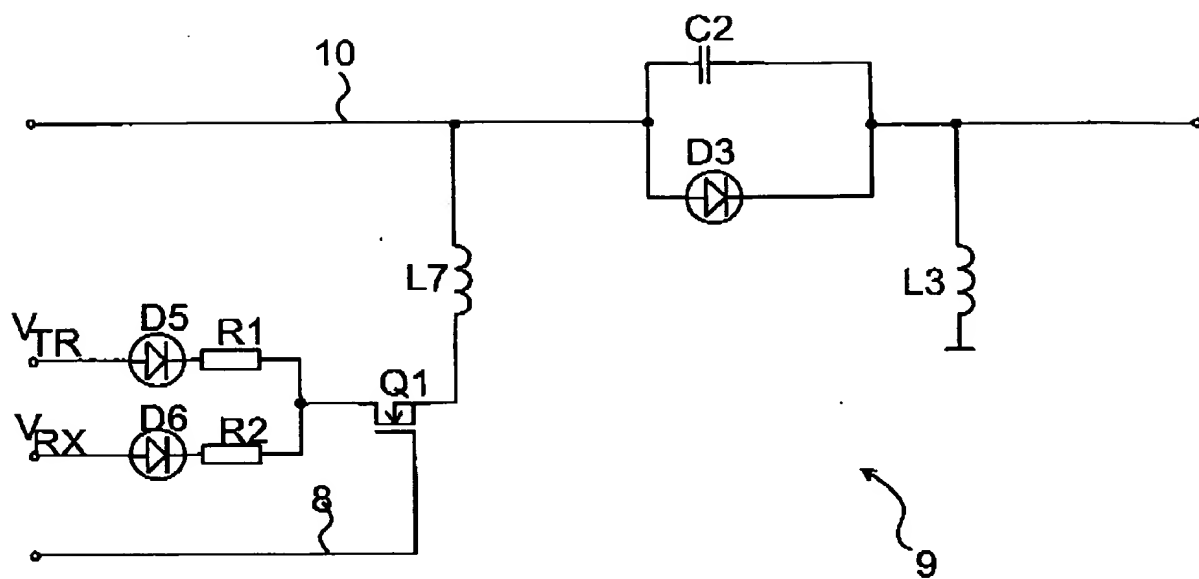


Fig 4a

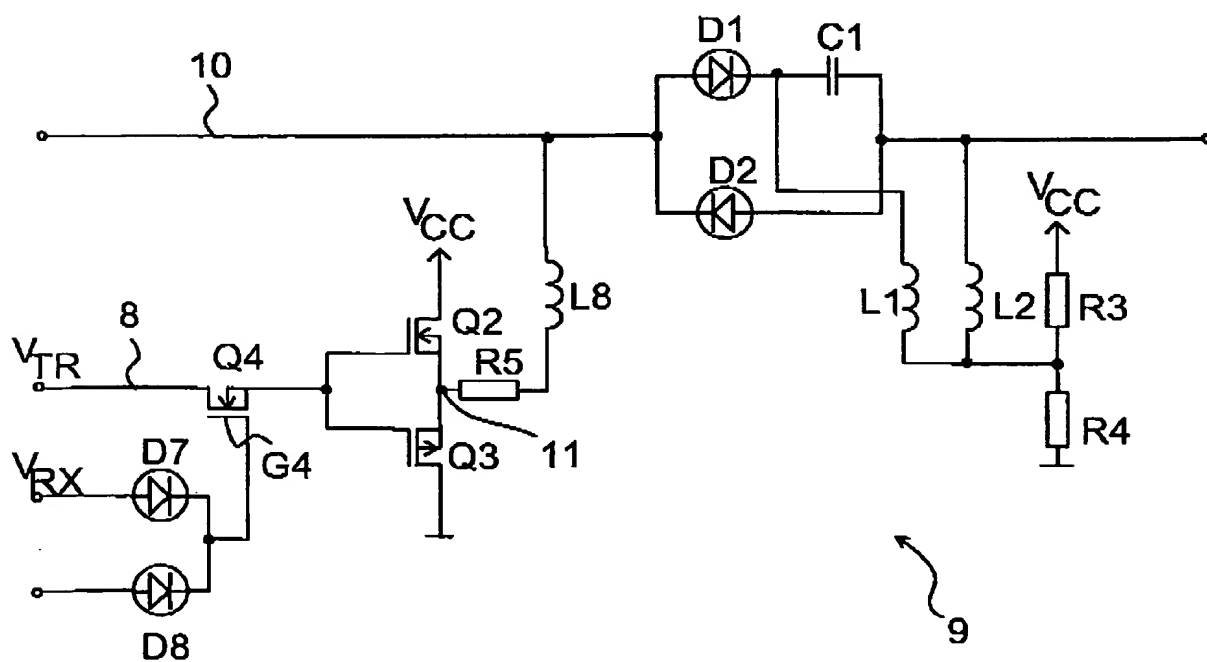


Fig 4b

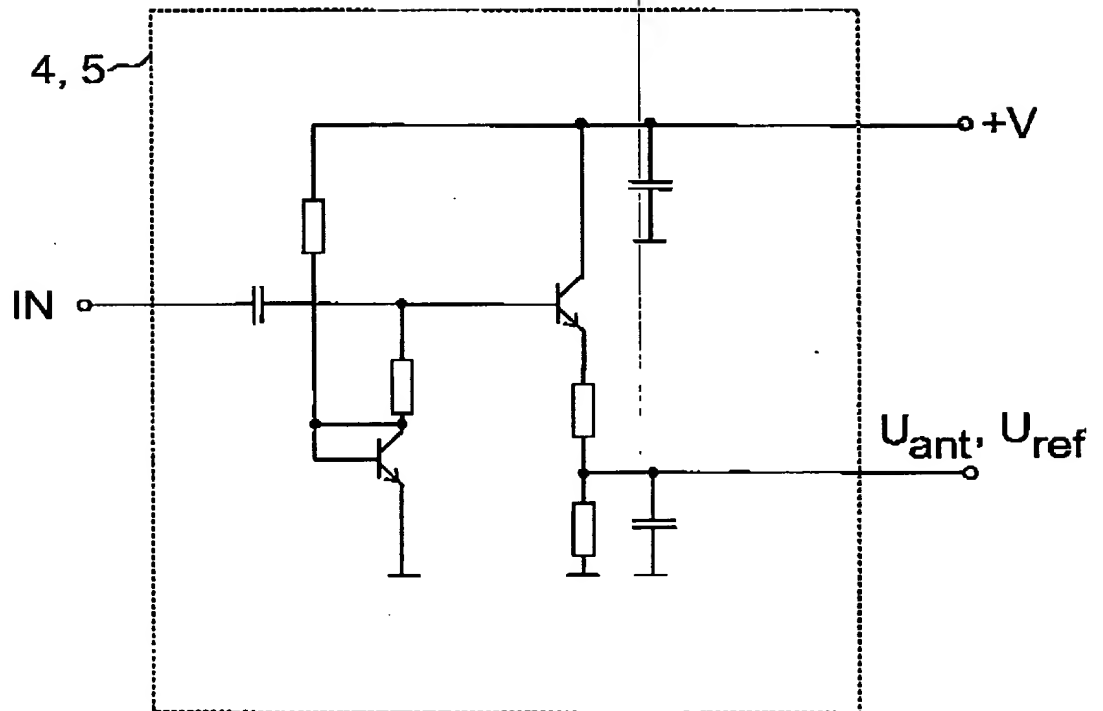


Fig 5

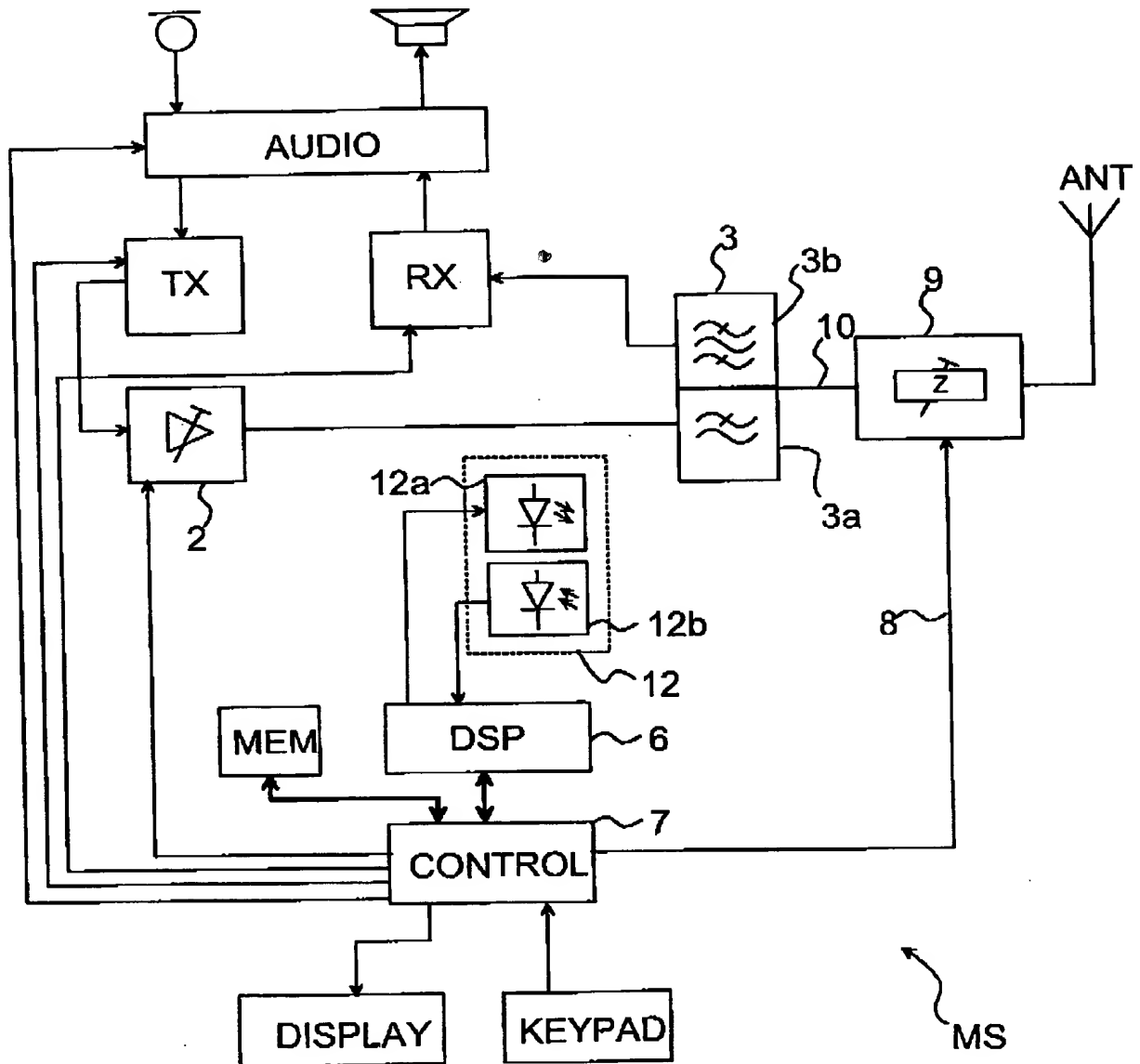


Fig 6

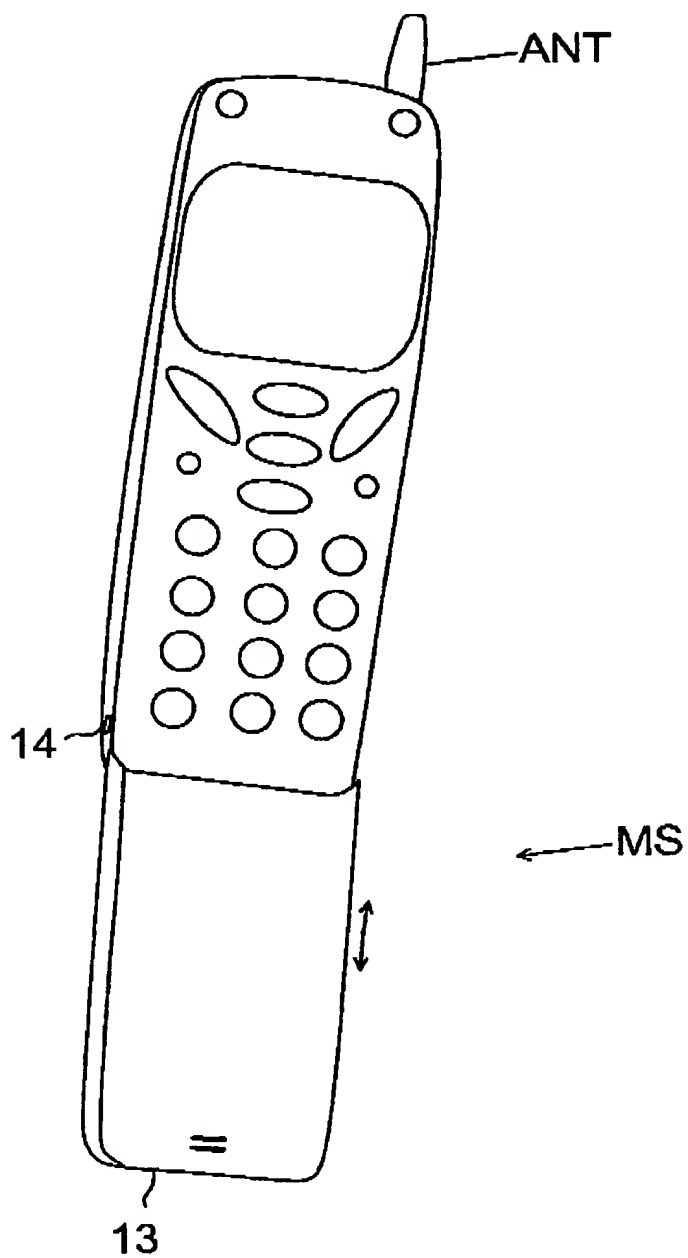


Fig 7

jc598 U.S. PTO
09/537501
03/29/00

C E R T I F I C A T E

I, Tuulikki Tulivirta, hereby certify that, to the best of my knowledge and belief, the following is a true translation, for which I accept responsibility, of a certified copy of Finnish Patent Application 990687 filed on 29 March 1999.

Tampere, 14 March 2000



Tuulikki Tulivirta

Tuulikki Tulivirta
Certified Translator (Act 1148/88)

Tampereen Patenttitoimisto Oy
Hermiankatu 6
FIN-33720 TAMPERE
Finland

System for matching an antenna for a wireless communication device

5 The present invention relates to a system for matching an antenna for a wireless communication device. The invention relates also to a wireless communication device comprising at least an antenna, as well as a method for matching an antenna for a wireless communication device.

10 In most common mobile communication systems, a base transceiver station controls the transmission output on the basis of the level of the received signal. Close to the base transceiver station, the transmission output of the wireless communication device is small, whereas at the extreme limits of the service area, the transmission output of the wireless communication device is at its maximum. Consequently, the power
15 consumption of the wireless communication device is highly dependent on the location of use of the device.

Also, various obstructions particularly in the direct vicinity of the wireless communication device suppress the signal of the transmitter. The
20 base transceiver station compensates this attenuation by raising the transmission power of the wireless communication device. Thus, *e.g.* a poor position of use of the wireless communication device, such as the antenna too close to the user's head, may cause an unnecessary increase in the power consumption. The same problem occurs also
25 when the user is turned so that his/her head is between the base transceiver station and the antenna of the wireless communication device.

A third factor affecting the strength of the signal received by the base transceiver station is the position of the antenna of the wireless communication device. The antennas of the base transceiver stations are
30 typically directed to transmit and receive vertically polarized signals, wherein the signal received by the base transceiver station is at its strongest when the antenna of the wireless communication device is in the vertical position. If the user keeps the wireless communication device in an inclined or even horizontal position, the signal received by
35 the base transceiver station is weakened, wherein the base transceiver station must increase the transmission power of the wireless communication device again.

Furthermore, the strength of the signal received by the base transceiver station is affected by the fact that the impedance of the antenna of the wireless communication device changes in different situations of use.

5 For example, electroconductive objects, such as metal objects, in the vicinity of the wireless communication device may change the impedance of the antenna. The impedance of the antenna is also affected by the fact whether the wireless communication device is held in bare hands or in hands wearing gloves.

10

Also, there are known wireless communication devices in which the position of use of the antenna can be changed according to the need. For example, the antenna can be inserted in the casing in the situation in which the wireless communication device is in a standby state. Correspondingly, the antenna can be lifted up to the use position, out of the casing, in a situation of use. In these different positions of the antenna, the impedance is different in wireless communication devices of prior art.

15

20 In wireless communication devices according to prior art, the matching of the antenna is designed in view of a certain use position. If the matching is designed for the standby state, the antenna functions best in a position corresponding to the standby state, but in the use position the matching of the antenna is not the best possible. With such matching, the receiver of the wireless communication device detects an incoming call also at a longer distance from the base transceiver station than in a situation in which the matching is designed to suit best the position of use. However, this alternative involves the drawback that in the use situation, transmission output is wasted as a result of the unideal matching.

25

30

35

In wireless communication devices according to prior art, the matching of the antenna can also be designed so that the matching is best when the antenna is in the use position, wherein losses of the radio-frequency signal to be transmitted during a call are smaller than in a situation in which the matching is optimized for the standby state. On the other hand, the receiver of the wireless communication device does not work as well when the antenna is in the standby state as in the use

position, wherein particularly in a weaker base station field, part of the incoming calls may be left undetected.

As an example, the appended Fig. 1 shows the antenna matching of a wireless communication device. Curve A illustrates the optimization of the matching for the standby state, and curve B the optimization of the matching for the use situation, respectively. In the coordinates, the horizontal axis represents the frequency and the vertical axis the matching on the basis of the output reflected from the antenna. The matching is the better the smaller part is reflected back from the antenna. From the curves of Fig. 1, it can be deduced *e.g.* that the optimal matching of the antenna in the standby position is at the frequencies of *ca.* 950 Mhz and *ca.* 1.75 GHz, and correspondingly in the use position at the frequencies of *ca.* 1.0 GHz and 1.8 GHz. In addition to the fact that the matching of the antenna is changed in different use positions, also the frequency at which the best matching is achieved is changed. This drawback can be reduced to some extent by optimizing the matching of the antenna in a way that it functions reasonably both in the standby position and in the use position, but then the matching of the antenna is not the best possible in either of the positions.

It is an aim of the present invention to present a system in which the matching of the antenna is adjusted to suit different positions of use, as well as a wireless communication device, in which the matching of the antenna is adjusted according to the use conditions. The invention is based on the idea of measuring at least the radio frequency reflected from the antenna and adjusting the matching of the antenna on the basis of this measurement. The matching system according to the present invention is characterized in that it comprises:

- detecting means to detect the matching of the antenna and to generate a matching signal on the basis of the detected matching,
- control means to examine said matching signal, to determine the need for matching, and to generate a control signal on the basis of said matching signal, and
- antenna matching means to adjust the matching of the antenna on the basis of said control signal.

The wireless communication device according to the present invention is characterized in that the wireless communication device also comprises:

- detecting means to detect the matching of the antenna and to
5 generate a matching signal on the basis of the detected matching,
- control means to examine said matching signal, to determine the need for matching, and to generate a control signal on the basis of said matching signal, and
- antenna matching means to adjust the matching of the antenna on
10 the basis of said control signal.

The method according to the present invention is characterized in that in the method, the matching of the antenna is detected, a matching
15 signal is generated on the basis of the detected matching, said matching signal is examined to determine the need for matching the antenna, wherein a control signal is generated on the basis of said matching signal, and the matching of the antenna is adjusted on the basis of said control signal.

20 By using the present invention, considerable advantages are achieved in comparison with systems and wireless communication devices of prior art. In the wireless communication device according to the invention, different use positions can be taken into account in the design of the matching of the antenna, wherein in different situations of use of the
25 wireless communication device, the matching of the antenna is as good as possible. Thus, the wireless communication device according to the invention functions well in the standby state also in a weak signal field and, correspondingly, in the use situation the quantity of radio output reflected back from the antenna is adjusted as small as possible,
30 wherein it is possible to reduce the power consumption of the wireless communication device.

In the following, the invention will be described in more detail with reference to the appended drawings, in which

35

Fig. 1 shows the matching of a wireless communication device of prior art as a function of frequency in different functional positions,

Fig. 2 is a reduced block chart showing a wireless communication device according to an advantageous embodiment of the invention,

5

Figs. 3a–3c show various matching circuits for an antenna,

Figs. 4a–4b show some advantageous examples of switch solutions to be used in connection with the antenna matching of the invention,

10

Fig. 5 shows an output detecting connection according to prior art,

Fig. 6 is a reduced block chart showing a wireless communication device according to a second advantageous embodiment of the invention, and

15

Fig. 7 is a perspective view showing a wireless communication device according to a third advantageous embodiment of the invention.

20

Figure 2 is a reduced block chart showing a system according to an advantageous embodiment of the invention. The system comprises a directional coupler 1 which is placed in a transfer line between the power amplifier 2 and the duplex filter 3 of the transmitter. In the directional coupler 1, there are two outputs in addition to the connections of the transfer line, the signal level of the first output 1a being proportional to the signal level passing from the power amplifier 2 to the antenna ANT, and the signal level of the second output 1b being proportional to the signal level passing from the antenna ANT to the power amplifier 2, *i.e.* the signal level reflected from the antenna. The first output 1a is coupled to an outgoing power detector 4, and the second output 1b is coupled to a reflected power detector 5. In the output of the outgoing power detector 4 there is a DC (direct-current) voltage U_{ant} proportional to the power of the radio-frequency signal to be transmitted to the antenna, and in the output of the reflected power detector 5 there is a DC voltage U_{ref} proportional to the power of the radio-frequency signal reflected to the power amplifier 2. Figure 5 shows a detector

25

30

35

coupling 4, 5 according to prior art, suitable for use in the system of the invention. The operation of this coupling is described in more detail in US patent 5,214,372. In the system of the invention, it is also possible to use any other measuring and detecting coupling of prior art. As an
 5 example, the use of a rectifier diode should be mentioned, wherein a pulsating DC voltage rectified with a diode is measured and used to determine the effective value. If necessary, it is also possible to use a capacitor in addition to the diode, to stabilize fluctuations in the voltage, which is known as such.

10

The DC voltage U_{ant} obtained from the output of the outgoing power detector 4 is led to a signal processing means 6, in which the voltage value is converted preferably to digital form and the effective value and/or short-term average of the voltage is calculated. In a corresponding
 15 manner, the DC voltage U_{ref} obtained from the output of the reflected power detector 5 is led to the signal processing means 6 and converted to digital form. Also from this DC voltage describing the reflected power quantity, the effective value and/or short-term average of the voltage is advantageously calculated. The effective and/or
 20 average values calculated from the voltages U_{ant} , U_{ref} are led to a control means 7.

25

In the duplex filter 3, harmonic frequencies, *i.e.* multiples, of the signal to be transmitted are attenuated with a low pass filter 3a, and the signal to be transmitted is prevented from entering the receiver RX. The signal to be transmitted from the duplex filter is led via a supply line 10 to be transmitted to the antenna ANT.

30

In a corresponding manner at the receiving stage, the radio-frequency signals received from the antenna ANT are led via the supply line 10 to the duplex filter 3, in which a band-pass filter 3b is used to filter out frequencies outside the receiving frequency range. The radio-frequency signals within the receiving frequency range are led from the duplex filter 3 to the receiver RX to be received in a way known as such.

35

In a time division multiple access (TDMA) system, such as the GSM cellular system, each wireless communication device transmitting on the same radio channel in the area of the same cell is allocated certain

transmission time slots and certain receiving time slots, which are different, as is known as such. Thus, the control means 7 has information on the time slots in which the wireless communication device in question is allowed to transmit and the time slots in which the wireless communication device receives the radio signal transmitted by the base transceiver station. The adjustment of the matching of the control means 7 in the running application software can thus utilize this information to determine the correct moment of time for measuring the outgoing and reflected power. In a wireless communication device according to a second advantageous embodiment of the invention, this information is used to determine the moment of time at which the strength of the received signal is measured.

On the other hand, for example in a code division multiple access (CDMA) system, several wireless communication devices can transmit simultaneously, wherein the transmitting and reflected power can be measured substantially continuously during the connection.

The following is a description of the operation of the method according to a first advantageous embodiment of the invention in a wireless communication device MS. In the method, the adjustment of the matching is based on measuring the power reflected from the antenna during the transmission. In the adjustment, it is also possible to measure the power to be transferred from the power amplifier to the antenna of the transmitter. Upon starting the wireless communication device MS, a matching means 9 is set *e.g.* at a first matching value, which in this example is optimized as matching corresponding to the standby state of the antenna, but it can also be matching corresponding to *e.g.* the position of use of the antenna. The first matching value of the matching means 9 is set advantageously so that the control means 7 sets in the control line 8 of the matching means a first voltage value, such as a voltage value corresponding to the logical 0 state, which in the examples described in this specification corresponds to the voltage value of *ca.* 0 V. The application software of the control means 7 is equipped with a program for executing the matching. During the operation of the wireless communication device MS, the control means 7 runs this application program at intervals to examine and adjust the need for matching if necessary.

When the matching adjustment is made solely on the basis of the power reflected from the antenna, it can be implemented e.g. in the following way. The control means 7 sets in the control line 8 of the matching means a first voltage value, wherein a first matching value is set in the matching means 9. After this, the power of the reflected radio-frequency signal is determined by measuring the output voltage U_{ref} of the reflected power detector 5 at the stage when power is led to the antenna. On the basis of the measurement, in the signal processing means 6, the voltage is converted into digital format, and the effective value of the voltage is advantageously calculated and stored in memory means MEM, preferably in a random access memory (RAM). Next, the control means 7 sets in the control line 8 of the matching means a second voltage value, whereby a second matching value for the matching means 9 is selected for the matching means 9, after which the reflected power is measured again and the measurement result is stored in the memory means MEM. This second voltage value is preferably a voltage value corresponding to the logical 1 state, which in practical solutions normally corresponds approximately to the operating voltage, such as 3 V, 3.3 V or 5 V. After going through all the possible matching values of the matching means, the control means 7 compares the effective values calculated on the basis of the measurements with different matchings. On the basis of the comparison, the control means 7 sets in the control line 8 of the matching means the value which corresponds to the matching of the matching means 9 at which the effective value of the reflected radio-frequency signal was the lowest.

The change of the matching can also be implemented for example in such a way that the matching means 9 comprises two or several alternative matching circuits, of which one is selected at a time with a switch or the like. Thus, the matching control line 8 may comprise several lines, of which one or several are selected to be active, which results in the activation of the respective matching circuit. Also other known solutions can be applied in this context. The implementations of the matching means 9 to be applied in connection with the present invention will be described hereinbelow.

Because the use conditions of the antenna may change also during a call and in the standby state, it is reasonable to perform the measurements and control operations required for executing the matching at intervals. Thus, one criterion to change the matching can be that the

5 quantity of the power to be reflected changes more than a predetermined threshold value, *e.g.* a certain decibel quantity, or that the quantity of the power to be reflected in relation to the output changes more than a predetermined threshold value. Thus, preferably the signal processing means 6 is used to measure at intervals the power reflected

10 from the antenna, and if the reflected output exceeds the predetermined threshold value, the control means 7 changes the matching of the matching means 9. After this, a new determination is made on the reflected power and compared with the power according to the preceding matching. If the reflected power decreased with this new matching,

15 the matching of the antenna is kept at this value. In another case, if there are only two matching alternatives in the matching means 9, the matching is returned back to the preceding matching value. However, if there are more than two matching alternatives in the matching means 9, the next matching alternative is set in the matching means 9 and a new

20 step of determining and comparing the reflected power is made, until a matching is found again, at which the reflected power is the smallest.

In the evaluation of the need for adjusting the matching, it is also possible to utilize the power to be transmitted in addition to the power

25 reflected from the antenna. Thus, the control means 7 is used to compare the power of the radio-frequency signal to be transmitted from the output amplifier of the transmitter with the power of the radio-frequency signal reflected from the antenna, and on the basis of this comparison, it is deduced whether it is necessary to change the matching of the

30 antenna. If a major part of the radio-frequency signal led to the antenna is reflected back, it is probably due to poor matching of the antenna. Thus, the control means 7 sets in the matching control line 8 a signal, whereby the matching of the matching means 9 of the antenna is changed.

35

After the control means 7 has set a new matching value in the matching means 9, it is possible to execute a new power measurement of the reflected radio-frequency signal and the radio-frequency signal to be

transmitted from the output amplifier. Now, if the measurement of the reflected power indicates that less of the radio-frequency signal is reflected in relation to the output power, it can be deduced that the matching is better than in the previous measurement. If necessary, it is

5 also possible to try another matching alternative and to execute the above-described measuring and comparing operations to find out if a still better matching can be achieved with another matching, *i.e.* if the quantity of the reflected power can be reduced. Said adjustment of the matching can be made *e.g.* on the basis of the average value of the

10 power measured over each transmission time slot, or on the basis of the average power measured over several such transmission time slots, wherein momentary changes in the environment of use of the antenna do not substantially affect the adjustment of the matching of the antenna.

15 In practical applications, an advantageous way to implement the matching means 9 and its control is to use PIN diodes as the switching means and capacitances and/or inductances as the matching means. By using PIN diodes in the switching of the high-frequency signal, *e.g.*

20 the advantages is achieved that the antenna feeding line can be utilized in the control of the switches. Thus, a DC voltage to be supplied into the antenna feeding line is used to bias the diodes in a desired way, as will be presented below in this description.

25 The antenna of the wireless communication device according to the invention can be optimized at the designing stage either in view of either the standby state or the use position. Thus, the matching means 9 is used to change the matching of the antenna at the stage when the antenna is placed in another position. In view of the entirety,

30 the aim in practical solutions is to make the matching means 9 as simple as possible, wherein a perfect matching is not necessarily achieved. On the other hand, a perfect matching normally requires a complex coupling, wherein the losses in the matching means may become greater than the benefit obtained with the matching. The ap-

35 pended Figs. 3a–3c show some advantageous solutions for implementing the matching means 9 and its control. In Figs. 3a and 3b, the antenna is optimized in the position of use of the wireless communication device, and the coupling illustrated in Fig. 3c is applicable for use in the

alternative when the antenna of the wireless communication device is optimized in the position of standby state.

In the coupling of Fig. 3a, the matching means 9 consists of a capacitor C1. This capacitor C1 compensates the change in the resonance frequency, when the antenna is set in the standby state. Diodes D1 and D2 function as switching means in the following way. A positive DC voltage is led into the antenna supply line 10, wherein a bias current is passed through the first diode D1 and a first limiter L1 from the supply line to the ground potential. This bias current sets the first diode D1 in a conductive state, wherein a high-frequency current is passed from the supply line through the first diode D1 and the capacitor C1 to the antenna ANT. In a corresponding manner, when a negative DC voltage is set in the supply line 10, the bias current is passed from the ground potential through a second limiter L2 and the second diode D2 to the supply line 10, wherein the second diode D2 is biased, *i.e.* it is conductive, and, correspondingly, the first diode D1 does not conduct high-frequency power. Thus, the high-frequency current is passed from the supply voltage 10 through the second diode D2 to the antenna ANT. In this latter case, the capacitor C1 does not affect the matching of the antenna. The limiters L1, L2 prevent the short-circuiting of the high-frequency signal to the ground potential.

In the example coupling of Fig. 3b, only one diode D3 is used as a switching means and a capacitor C2 as the matching means. In case a DC voltage is not passed to the supply line 10, the diode D3 does not conduct high-frequency power either, wherein the high-frequency power to be led via the supply line 10 to the antenna is passed through the capacitor C2, wherein the antenna matching is composed of this capacitor C2. In a situation when a positive DC voltage is coupled into the supply line 10, the diode D3 starts to conduct high-frequency power, and thus the high-frequency signal to be transmitted is passed via the diode D3 to the antenna, and the capacitor C2 is short-circuited with respect to the high-frequency power. Thus, the capacitor C2 does not substantially affect the matching of the antenna. A limiter L3 leads the bias current to the ground potential and prevents the short-circuiting of the high-frequency signal to the ground potential. It is an advantage of this coupling of Fig. 3b with respect to the coupling of Fig. 3a that the

bias current is only needed during a call, when the antenna of the wireless communication device is in the use position.

Figure 3c shows an example coupling for such a wireless communication device in which the antenna is optimized according to the use position of the antenna. In the matching means according to this coupling, a bias current is supplied to the supply line 10 for a diode D4 in a situation when the antenna is in the standby position. Thus, the high-frequency power is passed through the diode D4 to the antenna. Also, an inductance L5 is formed between the matching means 9 and the antenna, preferably by the microstrip technique. Moreover, in the coupling of Fig. 3c, a second matching means used is a coil L4 in a situation when no bias voltage is passed into the supply line 10, wherein the high-frequency power is passed via the capacitor C3 and the coil L4 to the inductance L5 and further to the antenna ANT.

The respective position of the antenna ANT of the wireless communication device can be detected *e.g.* in such a way that the antenna is provided with a switch whose position is monitored. Thus, on the basis of a signal given by the switch, either the first or second functional state of the matching means is selected. Another alternative is to measure the power reflected from the antenna to deduce in which position the matching means 9 is placed each time. This function has been described above in the description of the present invention. Yet another alternative is to monitor the strength of the received signal and to try to find, by the control of the matching means 9, such a position in which the strength of the received signal is the greatest.

The adjustment of the antenna matching according to the present invention can be advantageously implemented also in such a way that a so-called proximity sensor 12 is used to measure the distance of the wireless communication device from obstacles in the vicinity. On the basis of this distance measurement, the matching of the antenna is adjusted. The distance measurement can be implemented *e.g.* so that the proximity sensor 12 in the wireless communication device MS comprises an infrared transmitter 12a and an infrared receiver 12b, as shown in Fig. 6. The infrared transmitter 12a is used to transmit an infrared signal (IR) from the wireless communication device MS to the

environment. The infrared receiver 12b is used to receive the reflected infrared signal, and *e.g.* the signal processing means 6 is used to measure the strength of the received signal and also the strength of the transmitted infrared signal, if necessary. Thus, it can be deduced from the ratio between the strength of the received signal and the strength of the transmitted infrared signal, whether there is an obstacle in the vicinity of the wireless communication device MS. Obstacles in the vicinity of the wireless communication device MS reflect a major part of the signal. If the measurement indicates that a major part of the transmitted infrared signal is reflected, it can be deduced that the wireless communication device is close to an obstacle, and the matching of the antenna is changed accordingly, *e.g.* by selected one of two or more matching circuits. In each application, it is preferably empirically established, how the distance and size of obstacles affects the quantity of the reflected infrared signal as well as how the antenna matching should be changed. Thus, the respective reference values to be used in the adjustment of the matching are advantageously stored in the wireless communication device MS. The reference values stored in the memory means MEM are preferably compared with the measurement result by the control means 7, which generates a control signal to set a suitable matching value in the matching means 9. This setting of the matching on the basis of the control signal is described elsewhere in this description, which is referred to in this context. It is obvious that instead of said infrared signal, it is also possible in the proximity sensor 12 to use another principle for measuring the distance, such as ultrasound.

Yet another embodiment of adjusting the antenna matching to be mentioned in this context is one in which the wireless communication device MS comprises a movable keypad cover 13 (Fig. 7) or the like. Such a keypad cover is usually placed to cover the keypad when there is no call going on. In a corresponding manner, for the time of a call, the keypad cover is placed in another position, off the keypad. This position of the keypad cover is examined *e.g.* with a switch means 14, wherein when the keypad cover is on the keypad, a first matching value of the matching means 9 is used in the antenna matching, and, correspondingly, when the keypad cover is off the keypad, a second matching value of the matching means 9 is used in the antenna matching.

Consequently, it is presumed here that during a call, the user keeps the wireless communication device MS close to his/her head, wherein the effect of the head in the antenna matching can be taken into account.

5 The method based on measuring the power reflected from the antenna is advantageous for example because the antenna matching can thus be made the best possible at the transmission frequency. Typically, the significance of the antenna matching is greater in transmission than in
10 reception, because upon transmission from a wireless communication device, various unideal features affect the power consumption in the wireless communication device more than possible unideal features in the antenna matching at the receiving stage. Furthermore, making the antenna matching as good as possible is important in view of the stability of the power amplifier of the transmitter.

15 With reference to Figs. 4a and 4b, the following is a description on some advantageous coupling solutions for coupling a bias current to the supply line in the control of the matching means 9. The coupling of Fig. 4a is applicable for use in a situation in which the matching
20 means 9 comprises one diode functioning as the coupling means, such as diode D3 in the coupling of Fig. 3b and diode D4 in the coupling of Fig. 3c. In the coupling of Fig. 4a, the means used for coupling a bias voltage is a transistor Q1. When the control means 7 sets in the control
25 line 8 of the matching means a voltage value corresponding to the logical 1 state, which is in practical solutions a value corresponding approximately to the operating voltage, the transistor Q1 starts to conduct. Thus, at the transmission stage, the transistor Q1 switches a voltage from the operating voltage line VTX of the transmitter via a diode D5
30 and a resistance R1 through a limiter L7 to the supply line 10, wherein the diode D4, D5 starts to conduct. In a corresponding manner at the receiving stage, the bias voltage is coupled from the operating voltage VRX of the receiver via a diode D6, a resistance R2, a transistor Q2, and the limiter L7 to the supply voltage line.

35 To set the matching means 9 in a second matching value, the control means 7 sets in the control line 8 of the matching means preferably a value corresponding to the logical 0 state, in practice *ca.* 0 V. Thus, the switching transistor Q1 does not conduct, wherein the bias voltage from

the supply line 10 is cut, and the diode D3 of the matching means does not conduct high-frequency power to the antenna. Thus, the second matching value of the matching means 9 is in use, *i.e.* the high-frequency power is passed to the antenna via the capacitor C1.

5

The coupling solution according to Fig. 4b is suitable for use particularly in connection with such matching means, in which the selection of each matching means is controlled with a diode D1, D2. The coupling works in the following way. The coupling comprises two switching transistors

10 Q2, Q3, which are used to conduct to the supply line 10 the bias voltage required for achieving the matching needed each time. These switching transistors Q2, Q3 are coupled in series between the operating voltage V_{CC} and the ground potential. The output of the bias voltage is implemented from a pin 11 common to the transistors. From this

15 pin 11, the bias voltage is conducted via a resistance R5 and a limiter L8 to the supply line 10. This transistor coupling is implemented in such a way that only either of the transistors Q2, Q3 is conducting. Thus, the supply line 10 is supplied with either the voltage value substantially corresponding to the operating voltage, or the voltage value

20 substantially corresponding to the ground potential, *i.e.* in practice *ca.* 0 V. The control signal to these switching transistors Q2, Q3 is passed from the control line 8 of the matching means via a transistor Q4. In the transistor Q4 used as the switch, a grid G4 is used as the enabling input for the switch, wherein the switching transistor Q4 conducts in the

25 case that the operating voltage is coupled to either the transmitter or the receiver of the wireless communication device. The operating voltage of the transmitter is led to the grid G4 in the switching transistor Q4 via a diode D7, and in a corresponding manner, the operating voltage of the receiver is led via a diode D8 from the operating line RXP

30 of the receiver. In a case in which neither the receiver or the transmitter is operating, also matching is unnecessary, wherein the switching transistor Q4 does not conduct, which results in that also the transistors Q2, Q3 do not conduct.

35 The coupling arrangement of Fig. 4b works in connection with the matching coupling of Fig. 3a in the following way. When the transmitter or the receiver is on and the voltage value set in the control line 8 of the matching means is approximately 0 V, the switching transistors Q4, Q2

are conducting, wherein the supply line 10 has a DC voltage whose magnitude is approximately the operating voltage V_{CC} . Thus, the diode D1 of the matching means 9 is biased, *i.e.* it conducts a high-frequency power via the capacitor C1 to the antenna ANT. In a corresponding manner, when the control line 8 of the matching means has a voltage value corresponding approximately to the operating voltage V_{CC} , the switching transistors Q4, Q3 are in a conducting state and have the effect that the supply line 10 is close to the ground potential. Thus, the second diode D2 of the matching means 9 is biased and conducts a high-frequency power to the antenna ANT, *i.e.* the second matching value of the matching means 9 is in use. The purpose of the resistances R4, L5 is to set the connection line of the diodes D1, D2 on the antenna side at a voltage value which is approximately half of the operating voltage V_{CC} . Thus, a negative operating voltage does not need to be supplied to the supply line 10 to bias the second diode D2, but the biasing is accomplished by setting the voltage in the supply line at *ca.* 0 V. Also in a case that the switching transistor Q1 of the switching means does not conduct electricity, the biasing of the diodes D1, D2 is prevented with this resistance coupling R4, R5. In this situation, the pin common to the transistors Q2, Q3 is also at the voltage value which is approximately half of the operating voltage. Thus, the voltage over the diodes D1, D2 is *ca.* 0 V.

In the coupling of Fig. 4b, the transistor Q1 and the diodes D7, D8 are not necessarily needed, if there is a possibility in the control means 7 to set the connection line to be used in the control of the control line 8 of the matching means in a so-called high impedance state. Thus, it is examined in the application software of the control means 7, whether both the transmitter and the receiver are off, wherein this line is programmed into the high impedance state.

In practical solutions, the quantity of the bias current of the diodes is typically *ca.* 2 to 10 mA, depending *e.g.* on the type of the diodes D1—D4 as well as on the power levels used. In general, it can be stated that more bias current is needed in transmission than in reception, because a poorly biased PIN diode can produce harmonic distortion in a strong transmission signal. Also, losses in diodes are inversely proportional to the strength of the bias current. In the coupling

of Fig. 4a, the resistances R1, R2 can be used to set the bias currents suitably, and these resistances R1, R2 may have different resistance value, if unequal bias currents are required in transmission and reception.

5

With the arrangement according to the present invention, it is possible to accomplish an optimal antenna matching in different use situations. This arrangement not only expands the service area of the wireless communication device but it also increases the talk time of the wireless communication device. For example, if the transmitter of the wireless communication device can reduce the transmission power by 2 dB as a result of better matching, the average power consumption of the power amplifier of the transmitter falls typically from 0.5 W to 0.32 W, presuming that the efficiency of the wireless communication device is *ca.* 50 %.

15

It is obvious that in practical applications it is possible to use also more matching values in the matching means 9 than the two different matching values presented in the examples above. Thus, various switching arrangements can be used to select circuit solutions which affect the antenna matching and typically consist of capacitances and/or inductances dimensioned for different use situations.

20

It is obvious that the above-presented signal processing operations can be implemented also *e.g.* in the application software of the control means 7 instead of the signal processing means 6.

25

The present coupling is not limited solely to the embodiments presented above but it can be modified within the scope of the appended claims.

Claims:

1. A system for matching an antenna (ANT) for a wireless communication device, **characterized** in that it comprises:
 - 5 — detecting means (4, 5, 12) to detect the matching of the antenna (ANT) and to generate a matching signal on the basis of the detected matching,
 - control means (7) to examine said matching signal, to determine the need for matching, and to generate a control signal on the basis of said matching signal, and
 - 10 — antenna matching means (9) to adjust the matching of the antenna (ANT) on the basis of said control signal.

2. The matching system according to claim 1, **characterized** in that
 - 15 said detecting means (4, 5, 12) comprise means (1, 5) to measure the radio power reflected from the antenna (ANT) and means (6) to generate a matching signal on the basis of the measurement on the reflected radio power.

3. The matching system according to claim 2, **characterized** in that
 - 20 said detecting means (4, 5, 12) also comprise means (1, 4) to measure the radio power to be supplied to the antenna (ANT) and means (6) to generate the matching signal on the basis of said measurement on the reflected radio power and said measurement on the radio power to be
 - 25 supplied to the antenna (ANT) of the wireless communication device.

4. A wireless communication device (MS) comprising at least an antenna (ANT), **characterized** in that the wireless communication device (MS) also comprises:
 - 30 — detecting means (4, 5, 12) to detect the matching of the antenna (ANT) and to generate a matching signal on the basis of the detected matching,
 - control means (7) to examine said matching signal, to determine the need for matching, and to generate a control signal on the basis of said matching signal, and
 - 35 — antenna matching means (9) to adjust the matching of the antenna (ANT) on the basis of said control signal.

5. The wireless communication device (MS) according to claim 4, **characterized** in that said detecting means (4, 5, 12) comprise means (1, 5) to measure the radio power reflected from the antenna (ANT) and means (6) to generate a matching signal on the basis of the measurement on the reflected radio power.
6. The wireless communication device (MS) according to claim 5, **characterized** in that said detecting means (4, 5, 12) also comprise means (1, 4) to measure the radio power to be supplied to the antenna (ANT) and means (6) to generate the matching signal on the basis of said measurement on the reflected radio power and said measurement on the radio power to be supplied to the antenna (ANT) of the wireless communication device.
7. The wireless communication device (MS) according to claim 4, 5 or 5, **characterized** in that said detecting means (4, 5, 12) comprise means (12) to measure a distance and means (6) to generate the matching signal on the basis of said distance measurement.
8. The wireless communication device (MS) according to claim 7, **characterized** in that said means (12) to measure a distance comprise an infrared transmitter (12a) and an infrared receiver (12b).
9. The wireless communication device (MS) according to any of the claims 4 to 8, in which the antenna (ANT) is arranged to be placed in at least two different positions, **characterized** in that said detecting means (4, 5, 12) comprise means (12) to examine the position of the antenna (ANT) and means (6) to generate the matching signal on the basis of the position of the antenna (ANT).
10. The wireless communication device (MS) according to any of the claims 4 to 8, comprising at least a keypad cover (13) arranged to be placed in at least two different positions, **characterized** in that said detecting means (4, 5, 12) comprise means (14) to examine the position of the keypad cover (13) and means (6) to generate the matching signal on the basis of the position of the keypad cover (13).

11. A method for matching the antenna of a wireless communication device, **characterized** in that in the method, the matching of the antenna (ANT) is detected, a matching signal is generated on the basis of the detected matching, said matching signal is examined to deter-
5 mined the need for matching the antenna (ANT), wherein a control signal is generated on the basis of said matching signal, and the matching of the antenna (ANT) is adjusted on the basis of said control signal.
12. The method according to claim 11, **characterized** in that said
10 matching signal is generated by measuring the radio power reflected from the antenna (ANT).
13. The method according to claim 12, **characterized** in that said
15 matching signal is generated by measuring also the radio power to be supplied to the antenna (ANT).
14. The method according to claim 11, **characterized** in that said
20 matching signal is generated by measuring the distance of the wireless communication device from objects in the vicinity of the wireless communication device at the time.
15. The method according to claim 11, in which the antenna (ANT) can
25 be placed in at least two different positions, **characterized** in that for generating said matching signal, the position of the antenna (ANT) is examined.

Abstract

The invention relates to a system for matching an antenna (ANT) for a wireless communication device, the system comprising: detecting means (4, 5, 12) to detect the matching of the antenna (ANT) and to generate a matching signal on the basis of the detected matching, control means (7) to examine said matching signal, to determine the need for matching, and to generate a control signal on the basis of said matching signal, and antenna matching means (9) to adjust the matching of the antenna (ANT) on the basis of said control signal. The invention relates also to a wireless communication device and a method for matching the antenna of a wireless communication device.

Fig. 2

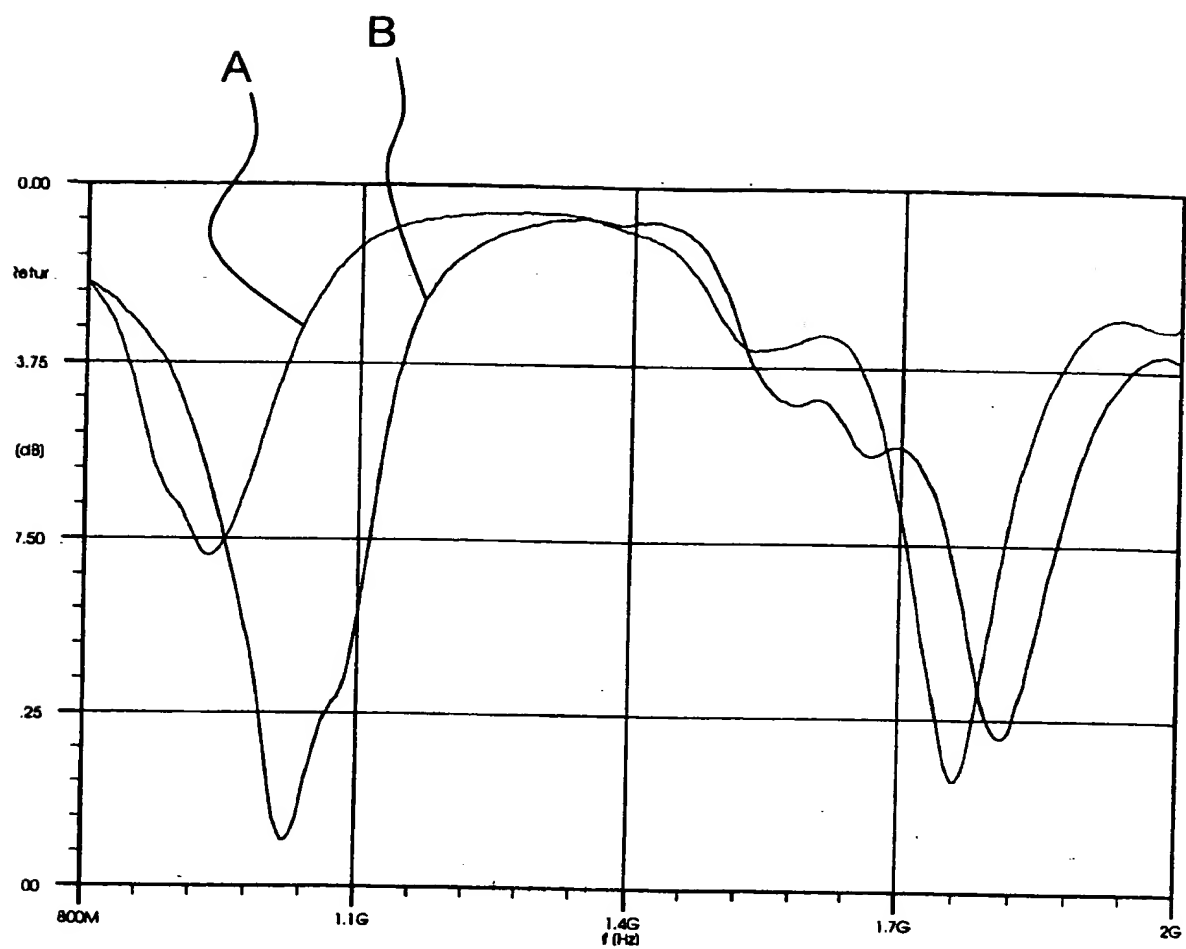


Fig 1

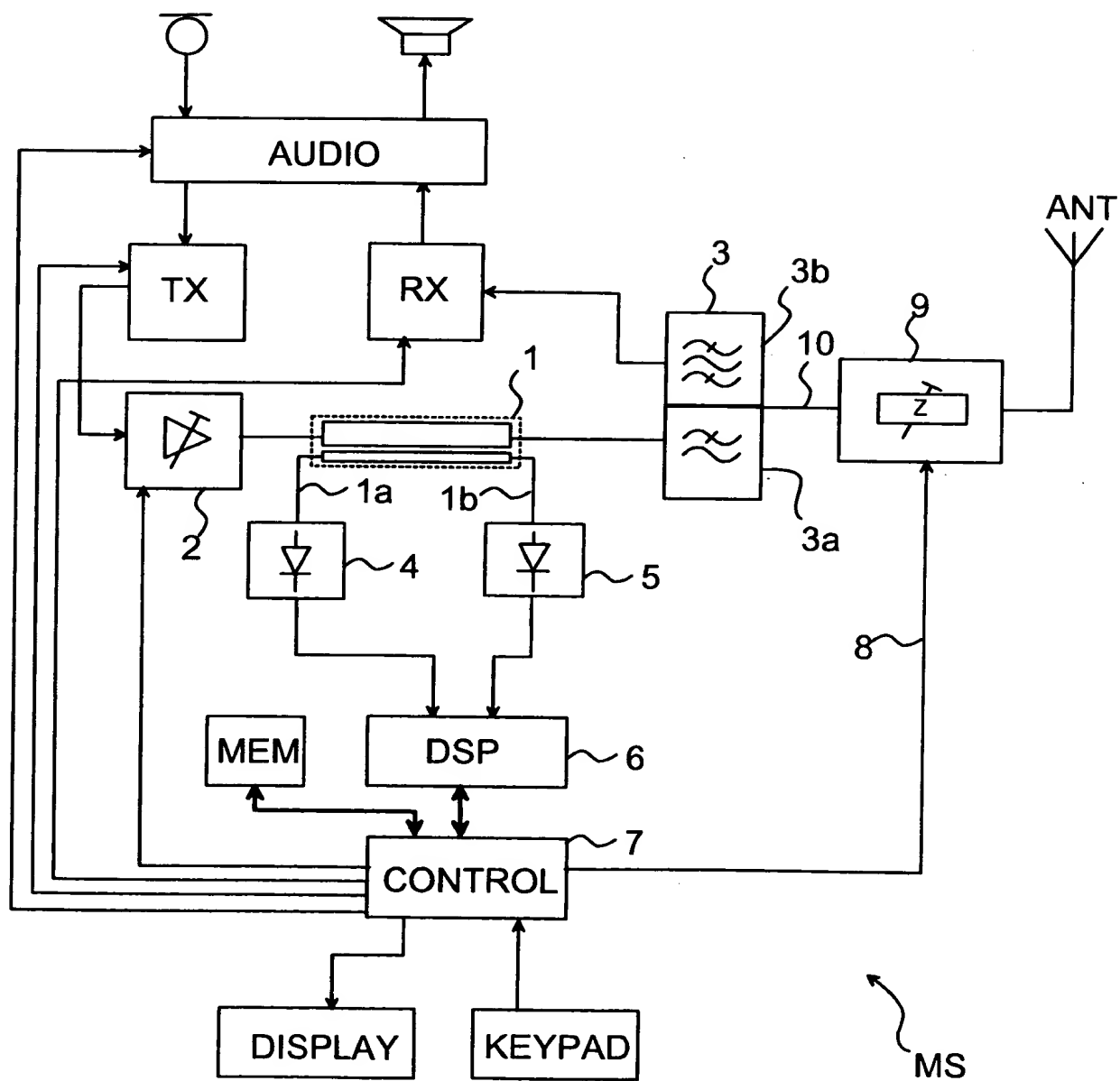


Fig 2

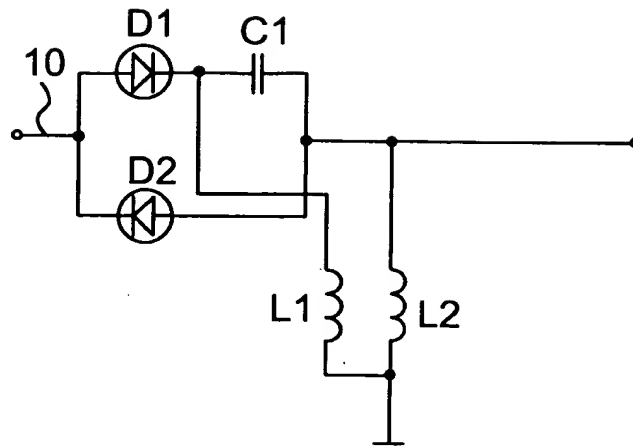


Fig 3a

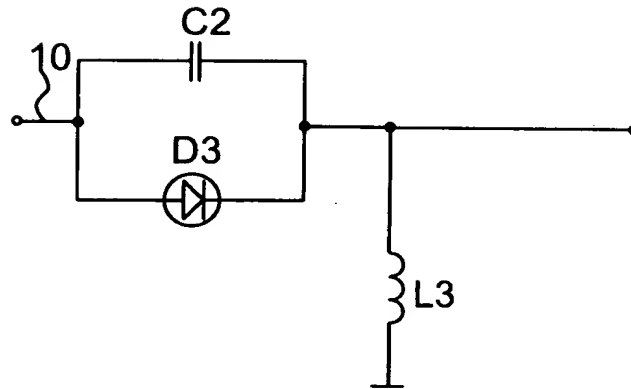


Fig 3b

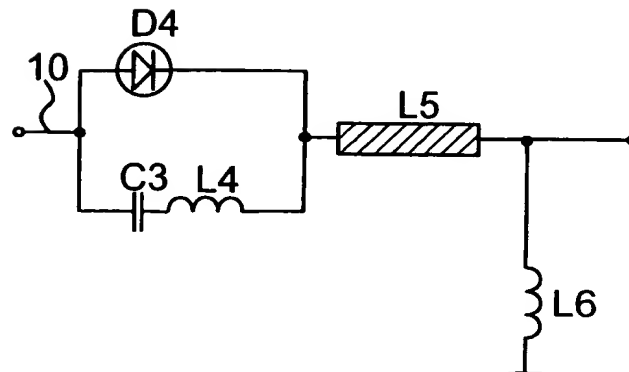


Fig 3c

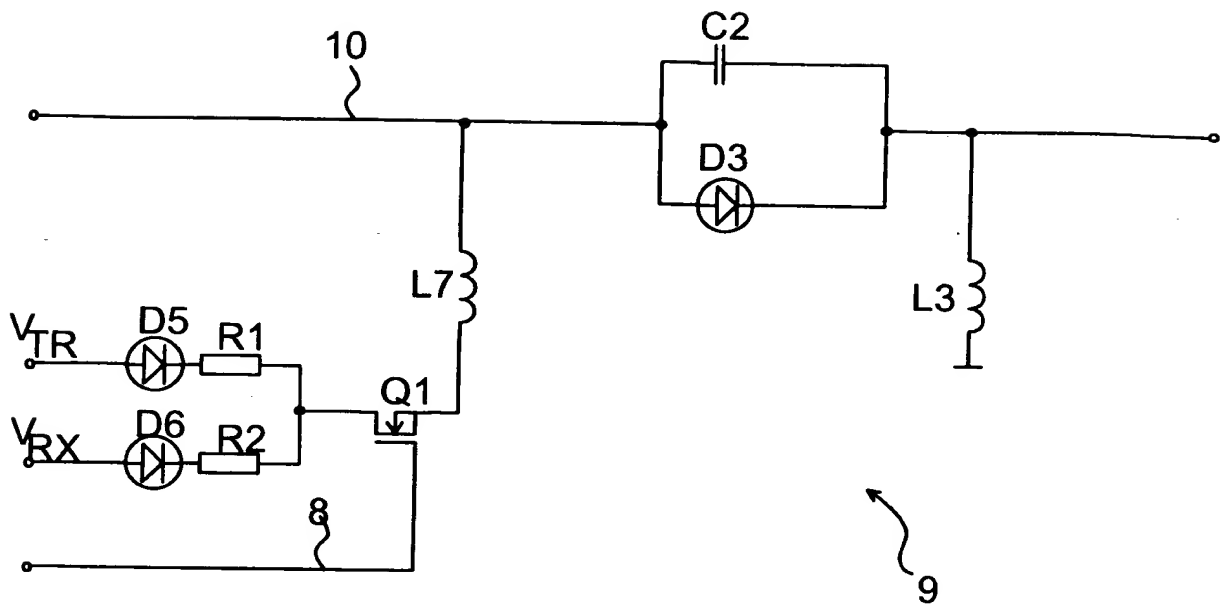


Fig 4a

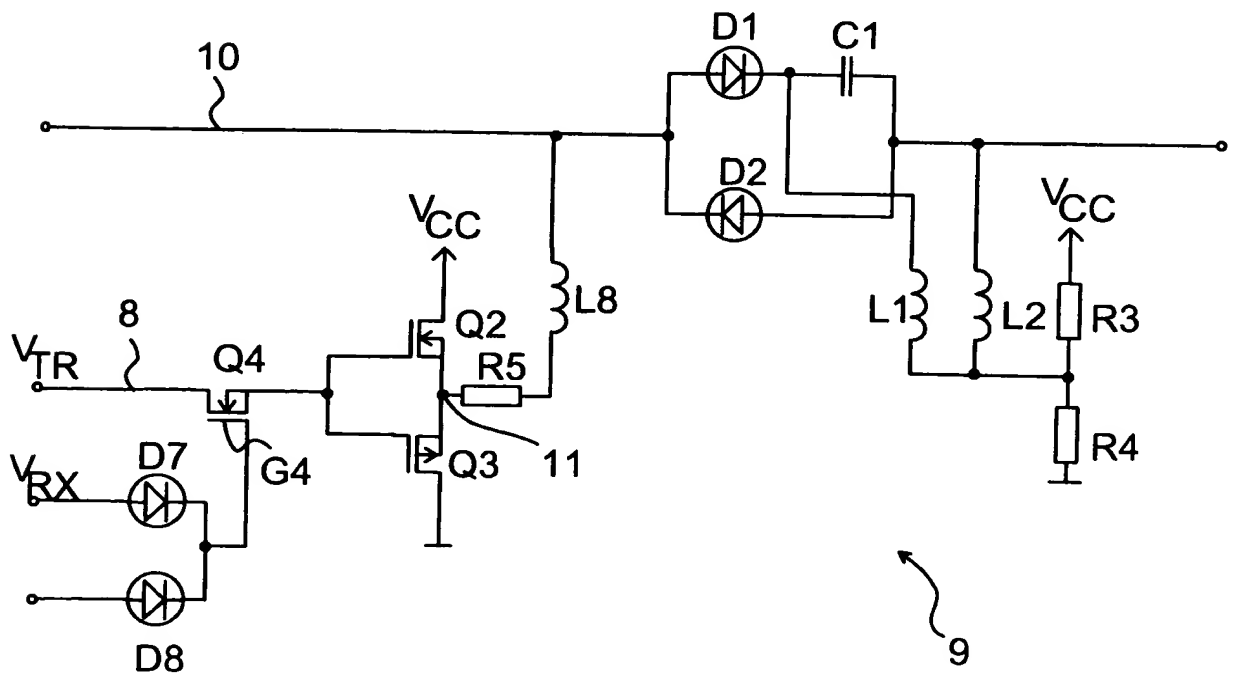


Fig 4b

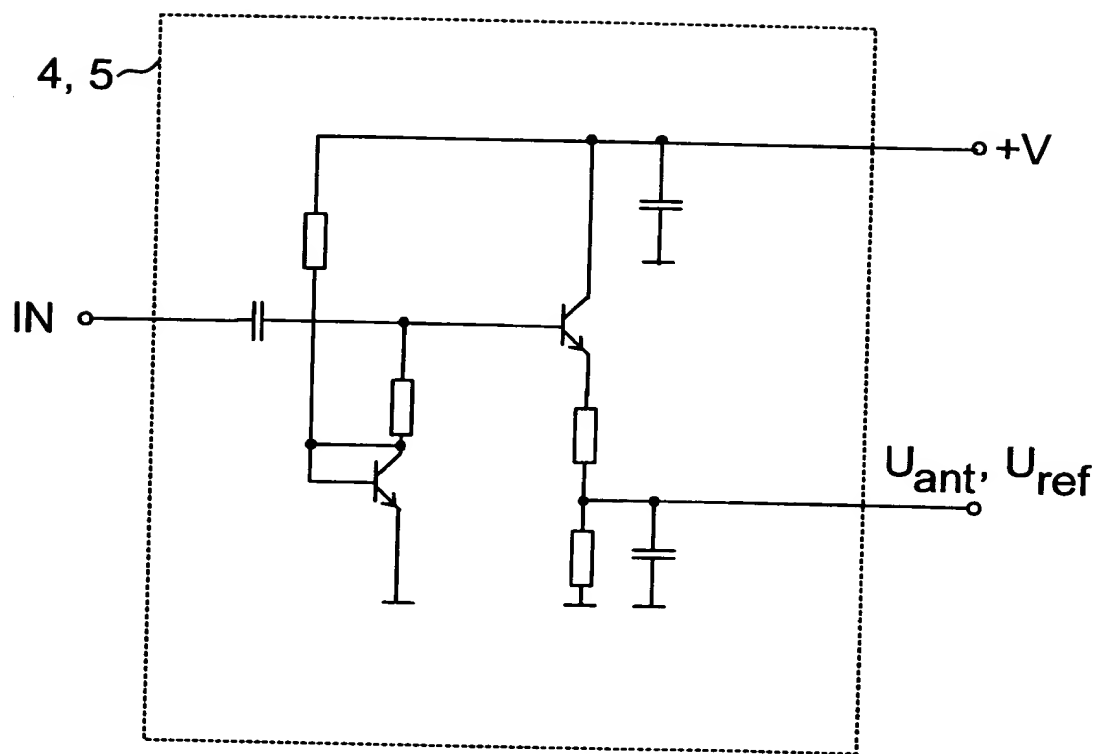


Fig 5

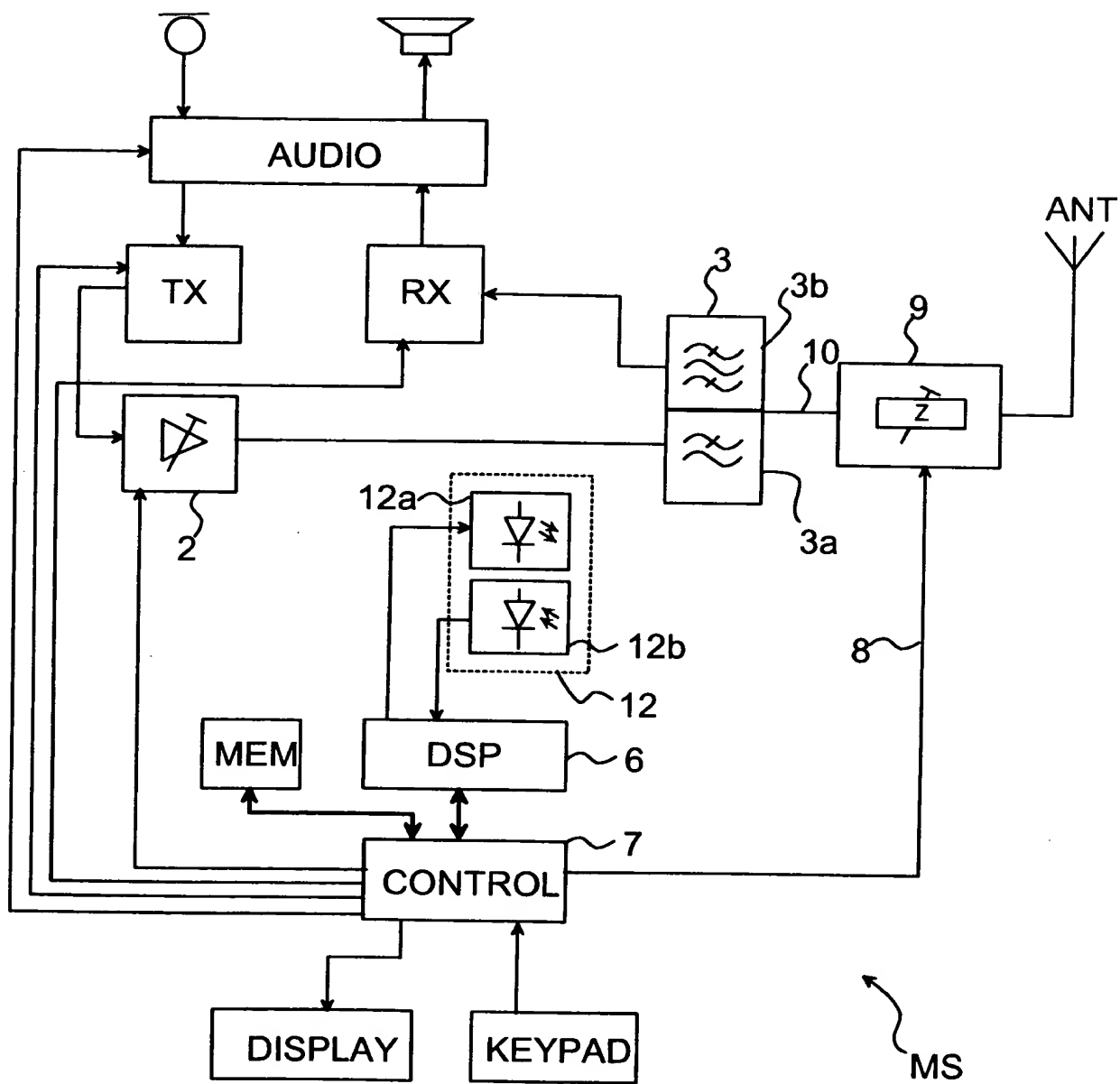


Fig 6

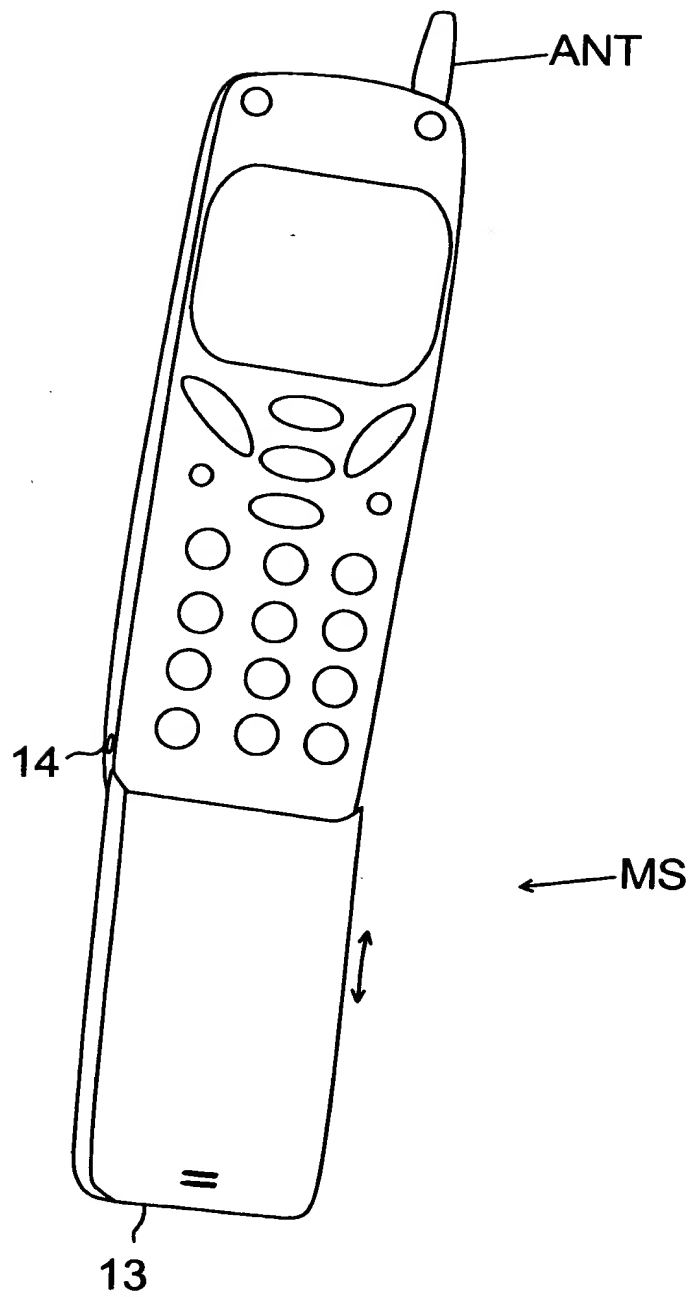


Fig 7